

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MÁRCIA PROCOPIUK

**DESEMPENHO DE DOIS CULTIVARES DE MORANGUEIRO SOB TÚNEIS
ALTO E BAIXO EM SISTEMA ORGÂNICO**

**CURITIBA
2015**

MÁRCIA PROCOPIUK

**DESEMPENHO DE DOIS CULTIVARES DE MORANGUEIRO SOB TÚNEIS
ALTO E BAIXO EM SISTEMA ORGÂNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Átila Francisco Mógor.

Coorientador: Prof. MSc. Nério Aparecido Cardoso

**CURITIBA
2015**

P963 Procopiuk, Márcia

Desempenho de dois cultivares de morangueiro sob túneis alto e baixo em sistema orgânico. / Márcia Procopiuk. Curitiba : 2015. 98 f. il.

Orientador: Átila Francisco Mógor

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal.

1. Morango - Variedades. 2. Morango - Cultivo. I. Mógor, Átila Francisco. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal. III. Título.

CDU 634.75



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL

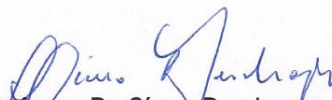


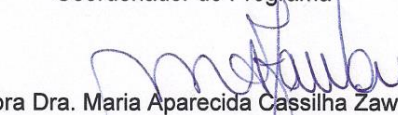
PARECER

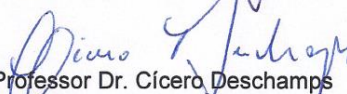
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pela candidata **MARCIA PROCOPIUK**, sob o título "**DESEMPENHO DE DOIS CULTIVARES DE MORANGUEIROS SOB TUNEIS ALTO E BAIXO EM SISTEMA ORGÂNICO**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.


Após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

Curitiba, 31 de Março de 2015.


Professor Dr. Cícero Deschamps
Coordenador do Programa


Professora Dra. Maria Aparecida Cassilha Zawadneak
Primeira Examinadora


Professor Dr. Cícero Deschamps
Segundo Examinador


Professor Dr. Átila Francisco Mógor
Presidente da Banca e Orientador

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais,
Tereza e Wenceslau. Dedico.*

AGRADECIMENTO

Eis que chegou o momento de agradecer e me deparo com uma grande responsabilidade. Em um trabalho desta natureza, torna-se difícil nominar e qualificar, sem cometer injustiças, todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a sua execução. Mesmo assim, quero expressar meus mais sinceros agradecimentos:

À força maior que me conduziu a este caminho e me ofereceu toda a força para trilhar dia após dia.

À Universidade Federal do Paraná, por meio da Coordenação do Programa de Pós Graduação em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, pela oportunidade e espaço concedido para a realização deste curso.

Ao meu Orientador, professor Dr. Átila Francisco Mógor, pelo acolhimento no grupo de pesquisa em Olericultura Orgânica, incentivo, orientação, correções, paciência, conselhos e compreensão, nos momentos difíceis ao longo desses anos de trabalho. Obrigada.

Ao meu Coorientador, professor Msc. Nério Aparecido Cardoso, pelo auxílio, paciência e presteza durante a realização das análises estatísticas.

À Banca Examinadora, queridos professores Dr. Cícero Deschamps e Dr^a. Maria Aparecida C. Zawadneak, pela disponibilidade, conselhos e valiosas contribuições para o trabalho.

Aos professores da Pós-Graduação em Agronomia, Produção Vegetal, por todos os ensinamentos. E, em especial, ao professor Dr. Edilberto Possamai, pelas palavras de incentivo nos fins de tarde, as quais davam a coragem necessária para seguir mais algumas horas com as análises.

À secretária do PGAPV, Sr^a. Lucimara Antunes, pelo auxílio, disposição e paciência.

À técnica do laboratório de Fitotecnia Eng^a. Agro. Maria Emília Kudla, pelo auxílio, gentileza, dedicação e cafezinhos.

Aos funcionários da Horta Sr. Abílio da Costa Farias e Sr. Marcos Stadler, pela dedicação, apoio nos experimentos e pelas boas prosas na hora do café.

Aos meus amigos, Dr^a. Marcelle M. Bettoni e Msc. Eliseu G. S. Fabbrin, pelo acolhimento no grupo de pesquisa, amizade, cumplicidade, parceria em trabalhos e por todo o conhecimento compartilhado.

Aos ex-estagiários da Horta, Jair Fernando Kogeratski, Mariele Kapp e Rodrigo Teles, que contribuíram direta ou indiretamente na realização dos experimentos, agradeço por todos os momentos de descontração (e cansaço) compartilhados. E, de modo especial, ao ex-estagiário e hoje Engenheiro Agrônomo Rafael Bieda, por toda a dedicação nas longas horas de trabalho na área experimental e nas análises biometrias no laboratório de fitotecnia, mas principalmente pela amizade, esta levarei por toda vida.

À Dr^a. Cinthia Röder e à doutoranda Vivian Jaskiw Szilagyi, pelas parcerias, coleguismo e experiência compartilhada.

À Engenheira Agrônoma Msc. Alessandra Benatto, pela troca de ideias e informações sobre a cultura do morangueiro.

À Engenheira Agrônoma, mestranda Claudia Weber Pinto, pela amizade, ajuda nas análises e troca de experiências sobre nutrição mineral de plantas.

À mestranda Vanessa Vani Obrzut e ao mestrando Tales Romano, pelo coleguismo, amizade, gargalhadas e principalmente pelas conversas descontraídas e reconfortantes nos momentos difíceis. Obrigada.

Aos colegas Engenheiros Agrônomos: Jessica Welinski D'angelo de Oliveira, Luiz Gabriel Gemin, Laís Gomes Adamuchio; Felipe Francisco, Breno Menezes de Campos e aos demais amigos e colegas de pós-graduação que, de uma forma ou outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela Bolsa de Estudo.

E por último, mas de forma alguma menos importante, à minha família:

Aos meus pais, razão de tudo, por toda dedicação, incentivo, paciência, fé e pilares do meu caráter.

Ao meu irmão Engenheiro Agrônomo Amauri Procopiuk, por ter me inspirado, mesmo sem querer, a seguir essa maravilhosa profissão e por todo o carinho e incentivo.

Ao meu irmão Dr. Mário Procopiuck, por ter me acolhido em seu lar, pelo carinho, apoio, incentivo, puxões de orelha, inúmeras caronas, inspiração acadêmica e principalmente por me mostrar que é possível...

As minhas queridas irmãs, Marli e Lucimari, por todo desvelo, compreensão e pelas horas de descontração.

Aos meus sobrinhos, por todos os sorrisos e alegrias que me presenteiam.

Aos meus sogros, Hermes e Regina, pelos finais de semana reconfortantes.

Ao meu querido namorado, Augusto, por todo carinho, compreensão, traduções, paciência e companheirismo, mas sobretudo, por tornar meus dias mais felizes.

RESUMO GERAL

A grande diversidade edafoclimática existente no país leva a necessidade da constante avaliação de novos cultivares de morangueiro oriundos de outros países. A avaliação do desempenho desses materiais em diferentes tipos de cultivo protegido, especialmente no sistema de produção orgânico, pode proporcionar aumento da produtividade e qualidade da produção, assim como a ampliação da oferta do produto ao longo do ano. As pesquisas sobre nutrição do morangueiro em sistema orgânico e sob cultivo protegido são ainda incipientes, mesmo com considerável expansão da área cultivada nesse sistema. O presente trabalho teve como objetivo validar aspectos produtivos, biométricos, teores de nutrientes e sua ordem de concentração em folhas e frutos de cultivares espanhóis de morangueiro em ambientes protegidos, sob sistema orgânico de produção, nas condições edafoclimáticas de Pinhais-PR. O experimento foi conduzido no período de julho de 2012 a julho de 2013. O delineamento experimental foi de blocos completamente casualizados, com 10 repetições e quatro tratamentos, em arranjo fatorial 2 x 2 - dois cultivares ('Cristal'[®] e 'Sabrosa'[®]) e dois ambientes (túnel alto e baixo). Foram avaliadas as variáveis temperatura máxima, mínima, média e umidade relativa do ar, dentro e fora dos ambientes, e as variáveis diâmetro equatorial e longitudinal, número de frutos, produtividade comercial, número médio de estolões, massa seca de estolões, bem como macro e micronutrientes nas folhas e nos frutos dos cultivares. O túnel alto apresenta temperaturas do ar máxima e média superiores às do túnel baixo e estimula a emissão de estolões. O tipo de ambiente protegido não influencia o tamanho, o número e a produção de frutos de morango dos dois cultivares. 'Cristal' apresenta maior diâmetro equatorial, longitudinal e produtividade total média superior ao cultivar 'Sabrosa' em sistema orgânico e cultivo protegido. Os tipos de tuneis não alteram a ordem de concentração de macro e micronutrientes em folhas e frutos dos cultivares. O túnel alto promove o aumento de P, K, Ca, Mg e B nas folhas, e de P, Mg e Zn nos frutos, ao passo que o túnel baixo promove o aumento de N e Fe nas folhas e de Mn nos frutos.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*; 'Cristal'; 'Sabrosa'; produtividade; nutrientes; túnel alto; túnel baixo.

GENERAL ABSTRACT

The great diversity of soil and climate conditions in the country takes the need of the constant evaluation on different strawberry cultivations originally from others countries. The evaluation of the performance of these materials in different types of protected cultivations, especially in the organic production system, can provide the increase of the productivity and quality of the production, as well as the growth of the offer of the product over the years. Researches about the nutrition of the strawberry in organic and protected cultivation systems still are incipient, even with the expansion of the cultivated area using these systems. The present work aimed at the validation of productive aspects, biometric characteristics, nutrient contents and its concentration levels in leaves and fruits of two different spanish cultivations of strawberry plant in protected atmospheres, under the organic system of production, in the soil and climate conditions of Pinhais-PR. The experiment was led from July 2012 to July 2013. The experimental delineation consisted on randomized blocks, with 10 repetitions and four treatments, in factorial arrangement of 2 x 2 - two cultivates ('Cristal'[®] and 'Sabrosa'[®]) and two atmospheres (high and low tunnel). It was evaluated the minimum, maximum and average temperatures, the humidity in and out the environments, the equatorial and longitudinal diameter variations, the number of fruits, the commercial productivity, the number of stolons, the stolons dry mass, also the macro and micro nutrients on leaves and fruits of the cultivars. The high tunnel presents the maximum and average air temperatures higher than the lower tunnel and stimulates de stolons emission. The type of the protected environment do not influence the size, the number and the strawberry production in both cultivars. 'Cristal' presents the equatorial and longitudinal diameter and the productivity average bigger than the 'Sabrosa' cultivar in the organic production system in the protected cultivation. The types of tunnels do not change the concentration order of macro and micronutrients in leaves and fruits of the cultivars. The high tunnel promotes the increase of P, K, Ca, Mg and B in the leaves and P, Mg and Zn in the fruits, given that the lower tunnel promotes the increase of n and Fe in the leaves and Mn in the fruits.

Key-words: *Fragaria x ananassa*; , 'Cristal'; 'Sabrosa'; productivity; nutrients; high tunnel; low tunnel.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	8
INTRODUÇÃO GERAL	11
1 REVISÃO DA LITERATURA.....	12
1.1 ORIGEM E PRINCIPAIS CULTIVARES	12
1.2 CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS E INTERAÇÕES COM O AMBIENTE.....	15
1.3 CULTIVO PROTEGIDO	18
1.3.1 O cultivo protegido no Brasil.....	18
1.4 CULTIVO PROTEGIDO DO MORANGUEIRO	21
1.4.1 Túneis plásticos.....	23
1.4.2 Túneis baixos	24
1.4.3 Túneis altos.....	25
1.5 FOTOPERÍODO E TEMPERATURA.....	26
1.6 DESCRIÇÃO DOS CULTIVARES ESTUDADOS	28
1.6.1 Cultivar ‘Sabrosa’®	28
1.6.2 Cultivar ‘Cristal’®	29
1.7 NUTRIÇÃO MINERAL DO MORANGUEIRO	29
1.8 A AGRICULTURA ORGÂNICA E SUA LEGISLAÇÃO	31
1.9.1 A produção orgânica no Brasil	33
1.9.2 Produção orgânica no Paraná e do morangueiro.....	34
REFERÊNCIAS	36
2. DESEMPENHO DE DOIS CULTIVARES DE MORANGUEIRO EM SISTEMA ORGÂNICO SOB DOIS TIPOS DE TÚNEIS.....	53
2.1 RESUMO	53
2.2 INTRODUÇÃO.....	55
2.3 MATERIAL E MÉTODOS	55
2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
2.5 CONCLUSÕES.....	61
REFERÊNCIAS	61
3. TEORES DE NUTRIENTES EM FOLHAS E FRUTOS DE MORANGUEIROS EM CULTIVOS PROTEGIDOS E SISTEMA ORGÂNICO	64
3.1 RESUMO	64
3.2 INTRODUÇÃO.....	66

3.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	66
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
3.4.1	Temperatura e umidade do ar	69
3.4.2	Teores de nutrientes em folhas	70
3.4.3	Teores de nutrientes em frutos.....	73
3.5	CONCLUSÕES.....	76
	REFERÊNCIAS	76
4.	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES GERAIS	79
	ANEXOS	81

LISTA DE TABELAS

2 - Desempenho de dois cultivares de morangueiro em sistema orgânico sob dois tipos de túneis.

- Tabela 1.** Valores de temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura média e umidade relativa do ar obtidos em medições diárias, nos ambientes protegidos e a céu aberto, no período de julho de 2012 a julho de 2013. Curitiba, 2015.....58
- Tabela 2.** Número médio de estolões (NME) e massa seca média de estolões (MSE) de dois cultivares (C) de morangueiro ‘Cristal’ e ‘Sabrosa’, cultivados em ambiente protegido (T) com túnel alto e túnel baixo em sistema orgânico, no período de julho de 2012 a julho de 2013. Curitiba, 2015.....59
- Tabela 3.** Médias das medidas do diâmetro equatorial (DE), diâmetro longitudinal (DL), número de frutos NF e produção de total (PRO) dos cultivares (C) de morangueiro ‘Cristal’ e ‘Sabrosa’, cultivados em ambiente protegido (T) com túnel alto e túnel baixo em sistema orgânico, no período de julho de 2012 a julho de 2013. Curitiba, 2015.....60

3 - Teores de nutrientes em folhas e frutos de morangueiros em cultivos protegidos e sistema orgânico.

- Tabela 1.** Resultado da análise química do solo na camada de 0-20 cm dos dois ambientes protegidos. Curitiba-PR, UFPR, 2012.67
- Tabela 2.** Valores das temperaturas máxima (TMÁX), temperatura mínima (TMÍN), temperatura média (TMÉD) e umidade relativa do ar (UR) obtidos em medições diárias nos ambientes protegidos e a céu aberto no período de julho de 2012 a julho de 2013. Curitiba, 2015.70
- Tabela 3.** Médias do teor foliar dos macronutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) dos cultivares (C) de morangueiro ‘Cristal’ e ‘Sabrosa’, cultivados em ambiente protegido (T) com túnel alto e túnel baixo em sistema orgânico. Curitiba, 2015.....71
- Tabela 4.** Médias do teor foliar dos micronutrientes Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) dos cultivares (C) de morangueiro ‘Cristal’ e ‘Sabrosa’, cultivados em ambiente protegido (T) com túnel alto e túnel baixo em sistema orgânico. Curitiba, 2015.....72
- Tabela 5.** Médias do teor em frutos dos macronutrientes Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) dos cultivares (C) de morangueiro ‘Cristal’ e ‘Sabrosa’, cultivados em ambiente protegido (T) com túnel alto e túnel baixo em sistema orgânico. Curitiba, 2015.....74
- Tabela 6.** Médias do teor em frutos dos micronutrientes Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) dos cultivares (C) de morangueiro ‘Cristal’ e ‘Sabrosa’, cultivados em ambiente protegido (T) com túnel

alto e túnel baixo em sistema orgânico. Curitiba, 2015.....	75
--	----

INTRODUÇÃO GERAL

Visando atender a crescente demanda por alimentos de melhor qualidade nutricional e funcional, novas estratégias de manejo no cultivo do morangueiro vêm sendo desenvolvidas. Entre essas estratégias destaca-se a introdução de novos cultivares nas regiões produtoras (SHIMIZU, 2005; OLIVEIRA *et al.* 2006; OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2006; RIOS, 2007; ANTUNES, 2011), com o objetivo de melhorar a qualidade fitossanitária, a produtividade e ofertar frutos por um maior período de tempo durante o ano. A exploração de diferentes cultivares numa mesma área permite ao produtor colher morangos durante boa parte do ano, gerando uma maior rentabilidade média anual e viabilizando a produção. Junto à adoção de novos cultivares está à utilização do cultivo protegido na cultura. Esta proteção proporciona efeitos positivos como a possibilidade de produção fora da época normal (BURIOL *et al.* 1997) e diversas vantagens relacionadas à qualidade e produtividade (ARAÚJO; CASTELLANE, 1996; RONQUE, 1998; CALVETE *et al.*, 2003 ;MEDEIROS ; SANTOS, 2003; DUARTE FILHO *et al.*,2004; REISSER JÚNIOR *et al.*, 2004; ANTUNES *et al.*,2007; BORTOLOZZO *et al.*, 2007; CALVETE *et al.*, 2008; RESENDE *et al.*, 2010).

A cadeia produtiva de morangos no Brasil desempenha um importante papel socioeconômico. No Estado do Paraná, por exemplo, a maior produção se concentra nos municípios da Região Metropolitana de Curitiba (CARVALHO *et al.*, 2014). Nessa região, a área explorada com a cultura influencia a sua viabilidade. O cultivo no sistema orgânico pode ser uma boa opção para produtores que não apresentem condições de explorar áreas maiores que a mínima viável (RONQUE *et al.*, 2013). Uma vez que conseguem maior valor de mercado comparado aos produzidos em sistema convencional (REGANOLD *et al.*, 2010).

O cultivo orgânico prioriza a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não renovável e a proteção do meio ambiente (BRASIL, 2003). Nesse sentido, desafios surgem sobre como produzir alimentos com qualidade, em quantidade compatível com o mercado consumidor e de modo socioeconomicamente sustentável.

Entretanto, não obstante os avanços já ocorridos no cultivo do morangueiro, o pequeno número de cultivares validados para o cultivo orgânico e a grande diversidade edafoclimática e tecnológica existente no país ainda trazem limitações para a elevação da produção e da produtividade.

Como alternativa promissora, tecnologias como o cultivo protegido por meio de túneis plásticos (FERNANDES-JÚNIOR *et al.*, 2002; WITTER *et al.*, 2012; TEIXEIRA, 2011a; TEIXEIRA, 2011b) se tornam fatores importantes para o cultivo do morangueiro em sistema orgânico. As mudanças microclimáticas proporcionadas por esses ambientes podem ser exploradas a favor do aumento da qualidade dos frutos e da produtividade dos cultivares utilizados. No entanto, o conhecimento existente é relativamente reduzido, pouco se sabe sobre a influência dessa modificação microclimática na dinâmica nutricional e no desempenho agrônômico de novos cultivares importados introduzidos em diferentes regiões brasileiras. Uma das frentes com potencial de trazer melhoramento nos níveis de conhecimentos até então existentes diz respeito à mensuração da composição química e o acúmulo de nutrientes em folhas e frutos nesses microambientes durante o ciclo produtivo. Ampliar o conhecimento destes parâmetros pode trazer importantes subsídios para estimar a situação nutricional do cultivar e a quantidade dos nutrientes a ser fornecida por meio da adubação, com vistas a explorar ao máximo o potencial genético do material.

Nesse contexto, são escassas as pesquisas relacionadas à validação do desempenho de novos materiais cultivados em sistema orgânico e em diferentes ambientes protegidos, visando compreender e explorar o potencial produtivo das áreas e dos cultivares. Tais informações podem contribuir não somente para o conhecimento científico, mas também para o setor de produção agrícola, que elevava as possibilidades de contar com novas ferramentas para atender mercados mais exigentes.

Em face do exposto, o objetivo da presente pesquisa foi validar aspectos produtivos, biométricos, teores de nutrientes em folhas e frutos de dois cultivares espanhóis de morangueiro em cultivos protegidos, sob sistema orgânico de produção, nas condições edafoclimáticas de Pinhais-PR.

1 REVISÃO DA LITERATURA

1.1 ORIGEM E PRINCIPAIS CULTIVARES

Os primeiros relatos do morangueiro (*Fragaria* Linnaeus), como planta cultivada, datam do século XIV, com o cultivo de *Fragaria chiloensis* (L.) Miller no Chile (POMBO, 2009; FOLTA; DAVIS, 2006) e do século XV, com o cultivo de *Fragaria vesca* L. e *Fragaria moschata* Duch. na Europa (SANHUEZA *et al.*, 2005). Além dessas, o gênero *Fragaria* L. envolve 19 espécies silvestres naturais do Chile, costa oeste dos Estados Unidos, Europa e Ásia (ANTUNES; HOFFMANN, 2012). As diversas cultivares modernas de

morango, *Fragaria x ananassa* Duch., cultivadas em diferentes regiões do mundo, possuem uma base genética comum resultante de cruzamento natural que ocorreu na França no século XVIII, por volta de 1750 (SANTOS, 1999). Esse cruzamento envolveu duas espécies nativas da América, a norte-americana *Fragaria virginiana* (L.) Duch., com morangueiro originário do Chile, *Fragaria chiloensis* (L.) Duch. (STAUDT, 1962; GRAHAM, 2005). A ampla variabilidade existente entre as espécies que compõem a base genética de *Fragaria x ananassa* permite grande amplitude de adaptação e qualidade de cultivares comerciais de morangueiro (OLIVEIRA; SANTOS, 2003).

No Brasil, os primeiros relatos do cultivo do morangueiro são do final do século XVIII em hortas caseiras e jardins (DIAS *et al.*, 2007). Em meados do século XX, a cultura passou a ganhar importância econômica em São Paulo e no Rio Grande do Sul. Nesse momento, todas as cultivares eram originárias dos Estados Unidos e da Europa. Apresentavam pouca adaptação às condições de clima e solo, resultando em baixa produtividade e qualidade dos frutos (OLIVEIRA; BONOW, 2012). Foi nos anos 1960 que ocorreu significativa elevação na produção nacional (DIAS *et al.*, 2007), com o lançamento das primeiras cultivares brasileiras desenvolvidas pela Estação Experimental de Pelotas, no Rio Grande do Sul, e pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), em São Paulo. Os cultivares apresentavam boa adaptação às condições de solo e clima, com frutos de qualidade e alta produtividade. Essas características permitiram o aumento na produção e, ao mesmo tempo, tornar a cultura economicamente expressiva nessas regiões (RADMANN *et al.*, 2006; OLIVEIRA; BONOW, 2012). Os frutos eram maiores, polpa mais firme, melhor sabor e maior resistência fitossanitária (REICHERT; MADAIL, 2003). Os principais materiais genéticos plantados no Brasil até a década de 80 eram nacionais, com destaque para os cultivares ‘Campinas’, ‘Monte Alegre’, ‘Konvoy’, ‘Cascata’ e ‘BR1’ (REICHERT; MADAIL, 2003).

Os últimos materiais registrados por esses Programas de Melhoramento nacionais foram obtidos em 1999, com os cultivares ‘Campinas (IAC 2712)’, ‘Guarani (IAC 5014)’, ‘Monte Alegre (IAC 3113)’, ‘Princesa Isabel (IAC 5277)’ lançadas pelo IAC; e ‘Santa Clara’, ‘Konvoy-Cascata’, e ‘Vila Nova’ pertencentes à Embrapa. No final da década de 90, o Programa de Melhoramento da Embrapa Clima Temperado foi interrompido e retomado somente em 2008. O Programa de Melhoramento de Morangueiro do IAC continuou, mas sem lançar novos cultivares. Consequentemente, nas décadas seguintes, esses materiais foram sendo gradativamente substituídos por cultivares provenientes dos Estados Unidos, como

‘Aromas’, ‘Camarosa’, ‘Dover’, ‘Oso Grande’ e ‘Sweet Charlie’; e da Espanha, com ‘Milsei-Tudla’ (BRAHM *et al.*, 2005).

Atualmente, a maioria das principais cultivares de morango lançadas pelos programas de melhoramento de vários países são de dias curtos (DC), a exemplo da ‘Camarosa’, ‘Camino Real’, ‘Ventana’, ‘Oso Grande’, ‘Palomar’, ‘Dover’, ‘Sweet Charlie’, ‘Earlibrite’, ‘Strawberry Festival’, ‘Capriss’, ‘Candiss’, ‘Ciflorette’, ‘Ciloe’, ‘Cigaline’, ‘Cireine’, ‘Cigoulette’, ‘Betty, Milsei – Tudla’, ‘Sabrina’, ‘Campinas’, ‘Guarani’, ‘Princesa Isabel’ e ‘Vila nova’. Há também algumas cultivares de dias neutros (DN), como ‘Seascape’, ‘Diamante’, ‘Aromas’, ‘Albion’, ‘San Andreas’, ‘Portola’, ‘Monterey’, ‘Charlotte’, e ‘Cegnidarem’ (COSTA *et al.*, 2014).

Os cultivares de morangueiros mais utilizados atualmente no Brasil também são de dias curtos (DC), com destaque para ‘Oso Grande’, ‘Camarosa’, ‘Camino Real’, ‘Ventana’, ‘Festival’, ‘Palomar’. No caso dos cultivares neutros ao fotoperíodo, os de maior relevância são o ‘Aromas’, ‘Diamante’, ‘Albion’, ‘Portola’, ‘San Andreas’ e o ‘Monterey’. Esses cultivares também são classificados quanto ao destino da produção: para consumo fresco ou industrialização (ANTUNES, 2012). Segundo Verdial (2004), a maioria dos cultivares de morangueiro plantados no país era de dias curtos, plantas que florescem quando o comprimento do dia se torna menor que 14 horas e as temperaturas se situam em patamares inferiores a 15°C. Quando submetidas a condições diferentes ocorre à emissão de estolões. Há, entretanto, cultivares que florescem continuamente, independentemente do fotoperíodo, que são chamadas cultivares neutros ao fotoperíodo. Nestes casos, a floração ocorre com temperaturas iguais ou abaixo de 10°C, ou acima de 28°C (Costa *et al.*, 2014). São materiais de alta capacidade de produção, com tamanho de fruto variável quando comparadas as flores primárias e secundárias com as terciárias e quaternárias. Caracteristicamente, apresentam frutos maiores nas primeiras e de menor calibre nas demais (SANTOS, 2003).

No Paraná, a maioria dos cultivares é de dias curtos, aproximadamente 70% do total das mudas plantadas (CARVALHO *et al.*, 2014). Entretanto, existem tendências de os produtores optarem também por cultivares neutras ao fotoperíodo. Os cultivares mais plantadas no estado em 2011 foram ‘Oso Grande’, ‘Dover’, ‘Aleluia’, ‘Aromas’, ‘Camarosa’, ‘Festival’, ‘Camino Real’, ‘Palomar’, ‘Albion’, ‘Monterrey’, ‘Portola’ e ‘San Andreas’ (CARVALHO *et al.*, 2014).

Segundo EMATER-PR (2013), o órgão prestou assistência a 1.144 produtores de morango, com uma área plantada 513,67 ha com rendimento médio de 30.3 t ha⁻¹. Já segundo o DERAL/PR, a área plantada no mesmo ano foi maior com 697 ha e a produção menor,

20,379 toneladas (SEAB/DERAL, 2015). Com relação aos números da EMATER-PR, esses são superiores à média estadual histórica observada pelo órgão, que é de 1.104 produtores, com 443,72 hectares plantados e rendimento médio de 23.637 kg.ha⁻¹. A região de Curitiba lidera o rendimento por área, com 38,605 kg.ha⁻¹ e conta com 169 produtores e área 99 ha. A área é relativamente menor que a região de Santo Antônio da Platina, 334, e 168 ha, respectivamente, segunda colocada com 35.336 kg.ha⁻¹. Em terceiro lugar está a região de Guarapuava, com 79 produtores, 20,60 ha de área plantada e rendimento médio de 33.130 kg.ha⁻¹ (LEONARDECZ, 2014).

1.2 CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS E INTERAÇÕES COM O AMBIENTE

Segundo o sistema de Classificação Vegetal de Cronquist (1998), o morango é classificado taxonomicamente na Divisão Magnoliophyta (Angiosperma), Classe Magnoliopsita (Dicotiledônea), Subclasse Rosidae, Ordem Rosales, na Família Rosaceae e Gênero *Fragaria* L. A família Rosaceae compreende mais de 100 gêneros e mais de 3000 espécies de importância econômica. Modernamente é dividida em três subfamílias: *Dryadoiseae*, *Spiraeoideae* e *Rosoideae*. A subfamília *Rosoideae* inclui os gêneros *Rosa*, *Fragaria*, *Potentilla* e *Rubus*, com seus frutos denominados aquênios. O gênero *Fragaria* Linnaeus é muito variável, com 24 espécies descritas (NJUGUNA, 2010), dispostas em grupos, segundo seu nível de ploidia: diplóide, tetraplóide, hexaplóide e octoplóide (OLIVEIRA; SANTOS, 2003; GRAHAM, 2005) e uma decaplóide (COSTA *et al.*, 2004). Atualmente, somente 11 espécies são consideradas naturais, exibindo diferenças suficientemente importantes (OLIVEIRA; SANTOS, 2003). O morango moderno (*Fragaria x ananassa* Duch.) é um octaplóide ($2n = 8x = 56$ cromossomos) descendente direto das espécies nativas Americanas *F. chiloensis* (L.) Duch. e *F. virginiana* (L.) Duch., (WATSON ; DALLWITZ, 1992; SHULAEV *et al.*, 2008).

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é classificado como uma planta herbácea, estolonífera, que possui caule modificado do tipo semisubterrâneo, denominado coroa, e entrenós compactos formados pela inserção das folhas. Apresenta, ainda, tecido condutor periférico em espiral nos dois sentidos unido às folhas e medula proeminente muito sensível à geada. Com o envelhecimento da coroa são emitidas novas coroas laterais, formando touceiras (FILGUEIRA, 2008; FILHO; FERREIRA, 2012). A planta apresenta características de cultura perene, persistindo no solo. Contudo, na prática, é cultivada como

cultura de ciclo anual por questões fitossanitárias, maximização da produção e qualidade dos frutos (ANDRIOLO *et al.*, 2014).

O sistema radicial do morangueiro é composto por raízes primárias, originárias da coroa próxima à superfície do solo e secundárias fibrosas. As raízes primárias contêm o tecido condutor, com função de translocar nutrientes e fotoassimilados para serem armazenados em forma de amido na coroa e nas raízes. As secundárias saem das primárias e formam as radicelas, que absorvem água e nutrientes (COSTA *et al.*, 2007). As raízes crescem de forma acentuada nas épocas de dias curtos, menos de 12 horas de luz, no outono e no início do inverno. À vista disso, o uso de cobertura plástica para elevar a temperatura do solo é uma prática recomendada por favorecer o crescimento radicular (FILHO; FERREIRA, 2012). A temperatura mínima do solo para o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular é de 7- 8 °C ao passo que a temperatura ideal está na faixa de 13 - 14 °C (COCCO, 2010). Solos com boa estrutura física, rico em matéria orgânica e com boa capacidade de drenagem permitem um desenvolvimento radicular ótimo do morangueiro. Sob essas condições, o morangueiro pode atingir até 60 cm e uma ocupação lateral de até 70 cm de diâmetro. Essas características permitem aproveitamento eficaz dos nutrientes e da água disponível no solo, refletindo em bom desenvolvimento da parte aérea e consequente resposta na produtividade e na qualidade do fruto. No entanto, solos mais pesados, com altos índices de argila, estão geralmente associados com um sistema radicular deficiente. Nesses solos 90% das raízes exploram até 15 cm de profundidade e, no máximo, 40 cm de diâmetro. Essas restrições do sistema radicular refletem em plantas com baixo potencial de extração de água e nutrientes, refletindo em baixo desenvolvimento vegetativo, produtivo e frutos de baixa qualidade, além de maior suscetibilidade a doenças (SANTOS *et al.*, 2003).

As folhas são constituídas por três folíolos dentados. Cada folíolo possui um pecíolo, que se une a um pecíolo principal, mais ou menos longo, inserido na coroa (VIDAL *et al.*, 2007; FILHO; FERREIRA, 2012). Os folíolos são dentados, de cor verde escura na face adaxial e de cor acinzentada e pilosa na face abaxial. O tamanho das folhas e o comprimento dos pecíolos sofrem influência do fotoperíodo que a planta estiver exposta (SANTOS *et al.*, 2003). As folhas podem ter seu crescimento incrementado por meio de cobertura do solo com *mulching*, que pode elevar a temperatura na camada de solo em até 20 cm de profundidade. É possível ainda aumentar a qualidade fitossanitária (RODRIGUES *et al.*, 2014) e o desenvolvimento da parte aérea por meio do cultivo protegido em túneis baixos e altos, os quais possibilitam elevação da temperatura média do ar em relação à temperatura externa (FILGUEIRA, 2000; SANTOS, 2003).

Os estolões são caules verdadeiros da planta, bastante flexíveis, quando em contato com o solo. Os estolões emitem raízes, originando novas plantas independentes (RONQUE, 1998). O número de estolões formados por planta varia em função do cultivar, geralmente maior em cultivares de dia curto (COCCO, 2010), e seu desenvolvimento é modulado pelo fotoperíodo (SANTOS *et al.*, 2003).

As flores do morangueiro são agrupadas em inflorescência do tipo cimeira, presas em um pedúnculo floral ereto, que se curva após a polinização (FILHO; FERREIRA, 2012). Os cultivares comerciais possuem flores bissexuais e autoférteis (CRANE; WALKER, 1984), apresentando diferenças na habilidade de autopolinização. Essa habilidade está relacionada com a morfologia e com a fisiologia floral, determinando o grau de dependência de agentes polinizadores (ZEBROWSKA, 1998). As flores são classificadas como perfeitas quando apresentam órgãos femininos (pistilos) e masculinos (estames) e imperfeitas nos casos em que apresentam somente um ou outro. Quando perfeitas, são constituídas por um cálice composto por cinco sépalas ou mais, uma corola com cinco pétalas, comumente brancas, e com formato variável. A corola possui numerosos pistilos e estames, compostos por filamentos que sustentam as anteras que contém o pólen (CALVETE *et al.*, 2005). Alguns cultivares, conhecidas como pseudo-hermafroditas apresentam flores perfeitas, mas que possuem estames atrofiados, produzindo pólen estéril. Neste caso é necessário que a flor seja polinizada com pólen fértil de outra cultivar para que produza frutos. As flores imperfeitas, também chamadas de unissexuais, apresentam somente o órgão feminino ou o masculino. Nesse caso, necessitam de polinização de outra planta (BRAZANTI, 1989; CALVETE *et al.*, 2005; BORDIGNON JÚNIOR *et al.*, 2008).

A fertilização parcial dos óvulos resulta em morangos com distintos padrões de deformação, pois não ocorre o crescimento uniforme do receptáculo floral sem a completa fertilização. Logo, um fruto bem formado, de bom tamanho e com maturação precoce é resultante de uma polinização eficiente (CHAGNON *et al.*, 1989). Segundo Barroso *et al.* (1999), os pseudofrutos se desenvolvem a partir de carpelos soltos de uma mesma flor, com eixo do receptáculo floral carnoso e succulento, vermelho, afundados no receptáculo floral. O conjunto é formado por vários ovários amadurecidos pertencentes a uma inflorescência, que crescem juntos e formam uma infrutescência. Após a fecundação dos óvulos, ocorre o engrossamento do receptáculo da floral resultando na porção carnosa comestível, o pseudofruto, devido à presença de auxinas produzida pelos embriões de cada aquênio (SILVA *et al.*, 2007). Os aquênios são os frutos verdadeiros do morangueiro, pequenos pontos pretos e duros, conhecidos popularmente como sementes.

1.3 CULTIVO PROTEGIDO

O manejo das culturas agrícolas foi revolucionado depois de o homem conseguir interpor um obstáculo artificial entre a cultura e a atmosfera, quando, pela primeira vez na história da agricultura, existiu a possibilidade de ajustar o ambiente às necessidades das plantas (ANDRIOLO, 1999). Esse esforço para realizar a produção vegetal com certa independência das condições ambientais é antigo, como relata Van den Muijzenberg (1980). Segundo o autor, existe registro datado de aproximadamente 4000 a.C, no Egito, onde pinturas retratam o cultivo de uva em ambientes protegidos. Também existem alusões a ocorrências de cultivo protegido na Grécia, na Itália e na China a.C. Na era moderna, os ambiente protegidos foram criados e desenvolvidos em países do Hemisfério Norte, em razão das necessidades e dificuldades encontradas no cultivo durante o inverno. Essas estruturas passaram a receber o nome de estufa, devido ao efeito que eleva a temperatura interna (JANICK, 1966, *apud* ANTUNES *et al.*, 2007). Por esse motivo é comum à associação direta da utilização do cultivo protegido, principalmente em estufas e túneis com revestimento plástico, com o cultivo de plantas exclusivamente em regiões frias. As estufas, portanto, são, por vezes, consideradas desnecessárias climas mais quentes, entretanto, esse fato não é verdadeiro. Vários casos podem ser usados para explicitar isso, um exemplo é a Costa da Almería, situada no Sul da Espanha e que se desponta com uma das principais regiões produtoras de hortigranjeiros da Europa, e Israel, país com uma agricultura altamente tecnificada e um dos principais exportadores para a Europa, onde o cultivo só é possível graças ao domínio do clima e ao manejo da água em cultivos protegidos (SGANZERLA, 1997). Segundo o mesmo autor, foi na década de 50, mais especificamente em 1951, que surgiu no Japão o primeiro filme de PVC para emprego agrícola. Della Vecchia e Koch (1999) citam como pioneiros no emprego dessa nova tecnologia o Japão, China, Estados Unidos, Inglaterra e Israel. Na década seguinte tal tecnologia passou a ser adotada na Itália, Turquia, Grécia, Espanha e outros países da costa do mar Mediterrâneo.

1.3.1 O cultivo protegido no Brasil

Segundo Goto (1997), a utilização do plástico na olericultura brasileira não é recente. Esse autor relata que a primeira referência de utilização em grande escala foi como *mulching* na cultura do morango, em 1967. Na década de 70 passou a ser utilizado o plástico em estruturas de produção de outras hortaliças. O cultivo em ambiente protegido foi empregado

desde o início para superar as dificuldades encontradas na produção de hortaliças, em virtude de condições climáticas adversas as plantas cultivadas, como o excesso de chuva no verão e as baixas temperaturas o inverno. Goto, já na década de 90, defendia a modificação do termo “plasticultura”, que, segundo o autor, pelo menos a nível nacional, deveria ser tratado como “Ambiente Protegido”. Deveria, assim, ser considerando as suas várias finalidades que apresentam o mesmo propósito: a produção de hortaliças com alta qualidade, produtividade e frequência de oferta. Atualmente, a expressão Cultivo Protegido tem sido empregada com um significado bastante amplo na literatura internacional. A expressão engloba conjunto de práticas e tecnologias, como casas de vegetação, mulches de solo, túneis altos, túneis baixos, irrigação, quebra-ventos, entre outras práticas utilizadas pelos produtores para um cultivo mais seguro e protegido de suas lavouras (WITTWER; CASTILLA, 1995, citados por DELLA VECCHIA; KOCH, 1999; BATISTA *et al.*, 2002).

Com a introdução do cultivo protegido na década de 70 houve uma rápida expansão no Brasil (ARAÚJO, 1991; MARTINS *et al.*, 1999; VECCHIA; KOCH, 1999; VIDA *et al.*, 2004). Nas décadas de 80 e 90 os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo iniciaram a difusão do cultivo protegido por meio do Projeto São Tomé, elaborado pela Petroquímica Triunfo S.A e Emater-RS. Os resultados obtidos foram surpreendentes na época, pois o cultivo a céu aberto apresentava produção de tomate que não superava as 35 t.ha⁻¹ enquanto a média de produção em todas as estufas demonstrativas se situava em 162 t.ha⁻¹. A tecnologia foi acolhida como uma agradável novidade e atraiu a atenção de pessoas ligadas a outras atividades (GOTO, 1997; SGANZERLA, 1997). O estado do Paraná, sobretudo na região norte, foi um dos pioneiros no emprego do plástico na horticultura. A utilização foi iniciada com o cultivo protegido na viticultura e, na sequência, na olericultura, culminando com a produção de pimentão amarelo, melão rendilhado e tomate cereja (GOTO, 1997).

A partir desse sucesso inicial, as empresas químicas e petroquímicas desenvolveram filmes de polietileno de melhor qualidade (aditivos) no Brasil (DELLA VECCHIA; KOCH, 1999). Várias empresas foram, então, criadas cobiçando uma fatia do desenvolvimento, produção e comercialização de estruturas metálicas para a construção de estufas (ARAÚJO, 1991). O Projeto São Tomé marcou o início, mas não teve o apoio técnico preparado para dar acompanhamento aos produtores, o que não permitiu que o projeto fosse avante.

Em 1987 foi publicado, por Edílio Sganzerla, o primeiro livro, intitulado Nova Agricultura, que cita o cultivo em ambiente protegido, que figurou como referência da época na área. Na obra o autor fez críticas a respeito da inexistência de disciplinas nas faculdades de

Agronomia e escolas técnicas agrícolas. Apontava, ainda, que não observava a tendência de mudança em curto prazo. O autor criticava também a falta de estudos relativos ao tema nos institutos de pesquisa e apontava que isso só viria a acontecer depois que os agricultores já tivessem adotado maciçamente a tecnologia. No relato de Goto (1997) é possível observar que a previsão de Sganzerla se cumpriu, pois, na sequência da explosão inicial, ocorreu a estabilização na ampliação das áreas e muitos cultivos foram à falência por vários motivos. Dentre esses motivos, o autor cita a contaminação do solo, o manejo de doenças e pragas, o que se tornou inviável pelo grau de complexidade que alcançou. A isso se aliou o surgimento de elevada concorrência entre produtores associada a uma política econômica desfavorável. Além disso, ocorreram equívocos na organização de prioridades de pesquisa para o atendimento das demandas reais do setor. Neste contexto ocorreu, de forma natural, uma seleção de produtores, continuando somente os mais competentes na área. Rodrigues (1996, apud LEITE JÚNIOR, 2000) atribuiu à carência de pesquisa e à falta de técnicos aptos para atuarem nessa área como causas do retardamento do sucesso do cultivo protegido no país.

Após o Projeto São Tomé, diversas outras experiências foram feitas e, paulatinamente, as pesquisas começaram a surgir. Segundo Della Vecchia e Koch (1999), as primeiras pesquisas ocorreram dentro de universidades usando filmes de polietileno, com relação à fitotecnia/ambiente protegido. Surgiram como líderes nessas pesquisas a UNESP/FCAV e depois seguidos pelas UNESP/FCA e UNESP/FEIS e na área de ambiência pela UFSM, UFPel, UPF, Embrapa Clima Temperado, IAPAR e Embrapa Hortaliças.

Segundo Goto *et al.* (2007), de 1999 a 2006, o número médio de trabalhos sobre cultivo protegido é de 70 a 90. Em 2000, o número extrapolou a média dos outros anos, com 123 trabalhos. Isso evidencia que a pesquisa melhorou em números, mas não há indicadores que possa ter melhorado na divulgação dos resultados.

A geração de empregos na horticultura, principalmente na produção de hortaliças, é uma constante, principalmente por existir baixa mecanização e grande demanda de horas/homem. O cultivo em ambiente protegido vem proporcionando a geração de empregos e a continuidade das famílias no campo, uma vez que pequenas propriedades se transformam em grandes centros de produção, principalmente em virtude do aumento de produtividade e a possibilidade de cultivo durante todo o ano. Martins (1996), analisando o cultivo protegido, citou cinco desafios que deveriam ser enfrentados: 1) capacidade de produzir “mais e melhor com menos” para obtenção de altos rendimentos, produzidos no momento oportuno e sadio; 2) capacidade de gerar valor agregado ao produto obtido via qualidade e competitividade; 3) capacidade de gerar empregos diretos e indiretos em atividades integradas à cadeia produtiva

agroalimentar; 4) capacidade de fixar o homem no campo com objetivo de minimizar o processo crescente de urbanização do País dos últimos anos e atender às enormes demandas do consumo urbano e; 5) capacidade de produzir sem comprometer o meio ambiente garantindo a estabilidade futura da produção agrícola e da natureza.

De acordo com Goto *et al.* (2007), na atualidade a sociedade invoca pela sustentabilidade e, frente a isso, o cultivo em ambiente protegido não pode ignorar essa questão. Segundo tal autor, esse é o grande desafio do segmento, ou seja, produzir de forma economicamente viável, socialmente responsável sob as perspectivas do produtor e do consumidor quanto ao que se julga ecologicamente sustentável. Neste contexto, reflete o autor, os problemas de manejo/condução da planta, estruturas mais adequadas, doenças de solo, nematóides, viroses e pragas ainda precisam ser enfrentados. O autor ainda destaca a ânsia de mais estudos nas áreas de fitotecnia, fitopatologia, genética de plantas e engenharia, com base na melhoria das condições ambientais dos ambientes protegidos, propondo melhorias para melhor adequar as plantas e seu desenvolvimento. Ainda evidencia que os produtores necessitam de ajuda para enfrentar essas questões.

Entre as opções para se aproximar da produção sustentável encontrar-se o cultivo protegido aliado ao sistema orgânico de produção. Frente à clara e crescente apreensão com o meio ambiente há a retomada do crescimento da agricultura orgânica. Esse sistema tem por fins atenuar as implicações adversas do uso de produtos químicos no ecossistema, por meio de métodos alternativos de controle de pragas e doenças, preservação das propriedades do solo, manejo de plantas daninhas, cobertura morta, rotação de cultura etc. A produção orgânica de hortaliças tem como foco a concentração de esforços para obtenção de produtividade e apresentação do produto compatíveis com as necessidades e nível de exigência do consumidor (SOUZA *et al.*, 1995; LUZ *et al.*, 2007). A agregação de valor ao produto é a grande saída para conquistar o mercado atual e o futuro, e, nesse sentido, o cultivo em ambiente protegido é o que mais se adapta a estas novas condições e exigências (GOTO *et al.*, 2007).

1.4 CULTIVO PROTEGIDO DO MORANGUEIRO

A cultura do morangueiro apresenta relevância econômica, consistindo em uma alternativa de renda para a agricultura familiar (RONQUE *et al.*, 2013). Proporciona um valor de mercado que permite adotar inúmeras práticas, que vão da implantação a colheita, e o valor final obtido compensa os custos, isso faz que o morango apresente crescentes incrementos da

área cultivada (SANHUEZA, 2005). No entanto, a sazonalidade dos cultivares reflete na oferta de frutos e determina a necessidade de alternativas para tornar o sistema ainda mais rentável. Nos meses de menor produção, os preços praticados são mais elevados, o que apresenta condições promissoras para que algumas regiões possam ocupar esse nicho de mercado (REISSER JÚNIOR *et al.*, 2004) ou adequação da área plantada com cultivares e tecnologias que cubram tal sazonalidade.

O uso de filmes de cobertura do solo, *mulchings*, de túneis de cultivo, de irrigação por gotejamento e a mudança dos túneis baixos por túneis altos são algumas das tecnologias utilizadas visando aumentar a produtividade e a lucratividade do morangueiro (RODRIGUES *et al.*, 2014).

A cultura do morango foi pioneira na utilização do plástico, em 1967 Kimoto e Conceição publicaram os primeiros resultados da eficiência do plástico na cultura do morango, cobrindo os canteiros com plástico preto ou *mulching* (GOTO, 1997; REISSER JÚNIOR *et al.*, 2004). A cultura do morangueiro é versátil, podendo ocorrer várias formas: no solo ou sem solo (com sistema aberto, em slabs ou vasos com diferentes tipos de substratos, utilizando-se densidades de 8 a 12 plantas m⁻²); com diferentes tipos de cobertura ou sem cobertura plástica; em túneis baixos ou altos (GIMENEZ *et al.* 2008; LAZZAROTTO; FIORAVANÇO, 2011). O cultivo do morangueiro em ambiente protegido é um sistema de produção especializado, oferece vantagens que possibilitam certo controle das condições edafoclimáticas, como temperatura, umidade do ar, radiação, ventos e granizo (BORTOLOZZO *et al.*, 2007).

A utilização de filmes plásticos modifica o ambiente por atuarem principalmente em alguns elementos com impactos no balanço de energia da superfície (REISSER JÚNIOR *et al.*, 2004), alterando a dinâmica de entrada e saída de energia. O microclima proporcionado pelo ambiente protegido pode proporcionar maior expressão das atividades fisiológicas, por meio de uma maior fotossíntese líquida, e, conseqüentemente, maior acúmulo de carboidratos, o que resulta no incremento de massa seca e açúcares redutores e não redutores (KERBAUY, 2004; CALVETE *et al.*, 2008). Além disso, minimiza a incidência de algumas pragas e doenças, oferecendo melhores condições ao desenvolvimento da planta, aumentando a frutificação total e a produção comercial (ANTUNES *et al.*, 2007).

1.4.1 Túneis plásticos

O cultivo protegido por meio de túneis plásticos evita o excesso de chuvas na cultura, o que pode comprometer a qualidade fitossanitária plantas, favorecendo a proliferação de doenças, sobretudo as causadas por fungos e bactérias (RONQUE, 1998), minimizando o uso de agrotóxicos em função das alterações climáticas que propicia no ambiente de cultivo. A utilização do polietileno de baixa densidade (PEBD) como cobertura proporciona alterações microclimáticas no interior do ambiente, modificando a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e a radiação solar, influenciando o desenvolvimento e o crescimento vegetal. Segundo Buriol *et al.* (1997), esse material apresenta boa transparência à radiação solar, deixando passar, em média, de 70 a 80%, e, no máximo, 95% da radiação. Em estudo com ambiente protegido Vasquez *et al.* (2005), concluíram que a temperatura interna foi superior à temperatura externa em torno de 4%. Segundo os autores, a cobertura plástica impede a passagem do ar quente do interior do ambiente protegido para o meio atmosférico. Schwengber *et al.* (1996), em Pelotas RS, concluíram que houve evidente superioridade no rendimento e qualidade dos frutos das cvs. ‘Chandler’ e ‘Sequóia’, produzidos em ambiente protegido quando comparadas com o cultivo a campo. Calvete; Cecchetti; Bordignon (2003) estudaram com nove cultivares em ambiente protegido, na Região de Passo Fundo-RS. Nesse estudo constataram a produção de frutos de melhor qualidade e melhor adaptação das cvs. ‘Tudla’ e ‘Oso Grande’, com produtividade de 44 t ha⁻¹ e 31 t ha⁻¹, respectivamente. Duarte Filho *et al.* (2004) concluíram que o ambiente protegido proporcionou melhores condições para o desenvolvimento da planta, o aumento da frutificação e para a produção comercial, conferindo maior proteção aos frutos e diminuindo a ocorrência de frutos danificados. O cultivo protegido também favoreceu a precocidade dos cultivares ‘Campinas’, ‘Cigaline’, ‘Cireine’, ‘Cidaly’ e ‘Cigoulette’.

Ao avaliarem os cultivares ‘Dover’, ‘Sweet Charlie’, ‘Camarosa’ e ‘Oso Grande’, em três sistemas de cultivo (túnel alto, túnel baixo e a céu aberto), Resende *et al.* (2010) verificaram que a produtividade e a massa média dos frutos foram significativamente maiores nos cultivares nos cultivos em túnel alto e baixo, quando comparados ao cultivo a campo. Observaram ainda que a massa média de frutos dos cultivares ‘Camarosa’, ‘Oso Grande’ e ‘Sweet Charlie’ foram maiores no cultivo em túnel alto enquanto o acúmulo de sólidos solúveis foi significativamente superior relativamente aos demais ambientes.

A intensidade da radiação solar representa fator climático importante para o desenvolvimento do morangueiro, haja vista que influencia a produção de matéria seca na

coroa, raízes, folhas e estolões, proporcionando acúmulo de substâncias de reserva (VERDIAL, 2004). A radiação solar global externa é 26,8% superior à radiação solar global interna ao ambiente de cultivo protegido com polietileno de baixa densidade (PEBD). A reflexão e absorção do material da cobertura seriam as causas da diminuição da radiação solar global (VÁSQUEZ *et al.*, 2005).

A modificação ambiental oferecida pelas coberturas plásticas tem proporcionado efeitos positivos para as culturas, com possibilidade de produção fora da época normal (BURIOL *et al.*, 1997), aumento da produtividade de frutos, área foliar e da qualidade dos produtos produzidos dentro destes ambientes (SEGOVIA *et al.*, 1997). O aumento de produção pode estar relacionado à redução do período diário de fechamento dos estômatos que, como consequência, aumenta a produção de matéria seca (MARTINEZ-GARIA, 1978), ao aumento da eficiência de uso de radiação pelas plantas nestes ambientes (RADIN *et al.*, 2003), e a alterações morfológicas, típicas de plantas de sombra, que contribuem para que mantenham os mesmos níveis de produção de biomassa em ambientes com redução de radiação (REISSER JÚNIOR *et al.*, 2003).

1.4.2 Túneis baixos

Esse tipo de estrutura tem como função básica proteger as plantas da chuva, neblinas ou orvalho para evitar o molhamento das folhas e, conseqüentemente, reduzir a incidência de patógenos, criando condições para a produção de frutos de excelente qualidade e com reduzida utilização de defensivos (MEDEIROS; SANTOS, 2003). A utilização desse tipo de estrutura é prática usual entre a maioria dos produtores. Em termos construtivos, possuem altura média de 0,60m e cobrem canteiros de 1,0 a 1,6m com 2 a 4 linhas de plantas; são construídas, normalmente, com arame galvanizado nº6 ou canos finos de PVC cobertos com filme de polietileno de baixa densidade, que pode ser aditivado, fixado com fitas de ráfia, plástica ou elástica. Os túneis baixos são utilizados na maioria das vezes em conjunto com a cobertura do solo com filme de polietileno preto (MEDEIROS; SANTOS, 2003; REISSER JÚNIOR *et al.*, 2004; RODRIGUES *et al.*, 2014).

A modificação ambiental no interior dessa estrutura é produzida pelo filme transparente, que modifica o balanço de radiação do sistema composto pela planta, solo e atmosfera. Ocorre uma redução de energia originada pela transmissividade de 70% da radiação direta e de 80% da radiação de onda longa. Há ainda redução da advecção lateral,

que é o deslocamento de massa de ar no sentido horizontal do túnel, causada pela ventilação (REISSER JÚNIOR *et al.*, 2004).

O mais importante na utilização dessas estruturas é o manejo despendido. É comum pesquisadores verificarem que um túnel mal manejado reverte todas as possíveis vantagens em problemas sérios para o cultivo do morangueiro protegido. Para obter os resultados esperados é imprescindível que na parte da manhã, logo após a evaporação do orvalho, o túnel tenha suas laterais elevadas até, aproximadamente, 0,50m para que o excesso de umidade seja eliminado. No final da tarde o processo deve ser inverso para evitar o molhamento das folhas pelo sereno (BURIOL *et al.*, 1997; MEDEIROS; SANTOS, 2003). Com o manejo adequado, a estrutura apresenta influência mais pronunciada sobre a temperatura máxima do ar e soma térmica acumulada (graus-dia) do que sobre as temperaturas mínimas. Quando as temperaturas são mais baixas o efeito de proteção é maior. Na média das temperaturas mínimas a diferença máxima para o ambiente externo é pequena, 1,0°C. Outra consequência da estrutura é a redução da umidade relativa do ar do microclima (REISSER JÚNIOR; ANTUNES; RADIN, 2004).

O efeito esperado com o uso de túneis nem sempre ocorre, uma vez que, dependendo da época de utilização, tal técnica pode não oferecer o benefício esperado (BURIOL *et al.*, 1997), não proporcionando resultados positivos na produtividade (RESENDE; ALVARENGA; MALUF, 1995).

1.4.3 Túneis altos

O túnel alto apresenta as mesmas funções do túnel baixo, com a vantagem de tratos culturais, mesmo em dias de chuva. Permite a colheita de frutos com ótima qualidade, operação não aconselhada no túnel baixo sob essas condições devido ao molhamento do fruto e comprometimento da pós-colheita. Nessa condição climática, quando em túnel baixo, a oferta de frutos no mercado, no dia seguinte, cai de forma significativa e o preço reage na mesma proporção (MEDEIROS e SANTOS, 2003). Além de oferecer alternativa em dias chuvosos, o túnel alto oferece a vantagem de eliminar as posturas ergonomicamente prejudiciais para o trabalho no transplante, na colheita e nos tratamentos fitossanitários, no manejo diário de abertura e fechamento das laterais. O custo de mão-de-obra e o pequeno volume do ambiente de produção, são alguns dos fatores responsáveis pela mudança na utilização de túnel baixo pelo alto (REISSER JÚNIOR *et al.*, 2004).

No túnel alto, o balanço de radiação e da energia é semelhante aos túneis baixos. Segundo Farias (1993), as temperaturas nesse ambiente são dependentes das condições ambientais externas, principalmente da radiação solar, que é o elemento meteorológico mais importante e está diretamente ligado à transmissividade dos materiais de recobrimento utilizados. O polietileno de baixa densidade aditivado contra raios ultravioleta apresenta transmissividade média de 80% da radiação solar global. No entanto, com o envelhecimento, aderência de poeira e no conjunto com elementos estruturais, apresenta transmissividade média de 70%. A influência sobre as temperaturas máximas é tão importante quanto maior for a restrição de renovação do ar interno e maior a disponibilidade de radiação durante o dia. E as temperaturas mínimas, durante a noite, são função das condições de nebulosidade e da velocidade do vento externo (REISSER JÚNIOR *et al.*, 2004). A estrutura também tem efeito sobre a temperatura do solo, que é normalmente superior em 2°C relativamente à temperatura do solo no ambiente externo (SCHNEIDER *et al.*, 1993). Efeitos são verificados também sobre a umidade relativa do ar, que é máxima à noite e mínima próxima ao meio dia, e de forma geral mais baixa em relação ao exterior (FARIAS, 1993). Outra modificação ocasionada pelo uso desse tipo de túnel é a redução da evapotranspiração das culturas. Segundo Reisser Júnior (1991), existe uma relação direta entre a redução da evapotranspiração das culturas em estufas plásticas e a redução da radiação global incidente sobre a cultura.

1.5 FOTOPERÍODO E TEMPERATURA

A fisiologia do morangueiro é altamente correlacionada com os fatores temperatura e fotoperíodo (horas de luz) e com a interação desses fatores com as características intrínsecas da constituição genética do cultivar. Essa interação genótipo x ambiente provoca expressões fenotípicas distintas na planta, conforme o ambiente onde é cultivada. Entre as pequenas frutíferas o morangueiro é a espécie mais sensível, no crescimento vegetativo e reprodutivo, às condições ambientais (SANTOS *et al.*, 2003).

A temperatura exerce influência marcante na frutificação e desenvolvimento vegetativo (RONQUE 1998), podendo modificar e, até mesmo, anular o efeito do fotoperíodo (SANTOS *et al.*, 2003). A temperatura também influencia significativamente na qualidade do fruto. Por exemplo, em regiões onde a variação térmica, diurna e noturna, é pequena, predominando a baixa radiação e temperaturas médias, os frutos são insossos, sem aroma e polpa macia. Em regiões onde predomina noites frescas e dias ensolarados, os frutos são mais

doces, apresentam aroma mais pronunciado e polpa mais firme, o que proporciona melhor conservação pós-colheita e, conseqüentemente, melhor preço no mercado (SANTOS *et al.*, 2003).

Outros fatores – como a qualidade e disponibilidade da luz e disponibilidade de água – apresentam influencia, ainda que em menor grau (RONQUE, 1998). De acordo com Filgueira (2000) e Santos (2003), nenhum cultivar inicia o florescimento quando as temperaturas noturnas são superiores a 15°C.

O fotoperíodo influencia na formação de gemas florais, no desenvolvimento de estolões, no tamanho das folhas e no comprimento dos pecíolos. Dependendo do cultivar, existem variações nas respostas ao fotoperíodo. Essas variações são responsáveis pela classificação em cultivares de dia curto e neutro ao fotoperíodo (RODRIGUES *et al.*, 2014).

Segundo Verdial (2004), à medida que a temperatura e o fotoperíodo diminuem ocorre uma lenta diminuição da atividade fisiológica do morangueiro. Isso resulta na dormência, condição que só alterada quando há acúmulo de determinado número de horas de frio, que varia de acordo com o cultivar. Esse número de horas geralmente varia entre 380 a 700 h de frio, entre 2 a 7,2°C. O cultivo protegido com cobertura plástica de polietileno não interfere nesse acúmulo de horas e garante ainda que a planta não paralise seu crescimento em condição de frio intenso, entre -3 a -5°C (RONQUE, 1998), devido ao microclima no interior da cobertura. Além da paralisação fisiológica em condições extremas, como defende Ronque (1998), podem ocorrer danos irreversíveis na touceira, pois a medula do morangueiro é proeminente e muito sensível (SANTOS, 1993).

O fotoperíodo é o fator ambiental que controla a evolução vegetativa e reprodutiva do morangueiro. Os cultivares comerciais cultivadas são classificadas em função da resposta ao fotoperíodo para a indução floral. Assim, existem cultivares de dia curto e neutros ao fotoperíodo (COCCO, 2010). O florescimento em cultivares de dia curto é normalmente induzido por temperaturas noturnas entre 8 e 15° e fotoperíodo menor que 14 horas. A indução floral em genótipos de dia neutro pode ocorrer durante todo o ano, desde que as temperaturas permaneçam menores que 27 a 28°C (VERDIAL, 2004). Segundo Ronque (1998), quando ocorre o aumento da temperatura e do fotoperíodo, o morangueiro apenas se reproduz vegetativamente inibindo a floração. Temperaturas quando superior a 25°C também podem inibi-lo e quando superiores a 32°C provocam abortos florais; já a faixa de temperatura que favorece a frutificação fica entre 18 °C a 24 °C.

1.6 DESCRIÇÃO DOS CULTIVARES ESTUDADOS

1.6.1 Cultivar ‘Sabrosa’[®]

O ‘Sabrosa’, também conhecido como Candonga, foi obtido na Espanha pela empresa Plantas de Navarra S.A. (PLANASA, 2013a). A variedade resultou do cruzamento entre as seleções Cruz Sel. nº. 86-032 e nº 92-38, ocorridas na fazenda experimental da Planasa, em Cartaya (Huelva), Espanha. A variedade está no registro oficial de variedades comerciais da Espanha, sob o número 13795 da UE. É um cultivar de dias curtos e clima quente.

Segundo a PLANASA (2013a), a planta ‘Sabrosa’[®] é vigorosa, ereta e compacta. Suas flores ficam no mesmo nível da folhagem e ligeiramente acima dela no segundo ciclo de cultivo. Apresenta pedúnculos únicos nas primeiras floradas e possui pólen de muito boa qualidade.

Os frutos possuem formato cônico e apresentam formato e cor muito atraentes, vermelho brilhante. A polpa é vermelha, consistente e aromática, possui alto Brix e excelente sabor, com altos níveis de açúcar. Seu sabor e aroma são intensos e com bom balanço entre açúcar e acidez.

O ‘Sabrosa’[®] apresenta uma boa polinização e é muito pouco propensa à deformação por frio ou má fecundação. O tamanho do fruto é de médio a grande, com peso entre 22 e 23g. A produção é mantida regular e com bons calibres homogêneos até o final da colheita, o que facilita na embalagem. O fruto é fácil de colher e manusear, resultado em menores custos na colheita, e apresenta uma boa elasticidade da pele, o que mantém sua firmeza, mesmo após o processo de resfriamento. A sua polpa dura que permite longos períodos de conservação e resistência para o transporte.

Na Espanha, sua colheita é um pouco depois do ‘Tudla’[®]. Apresenta suas melhores características produtivas quando plantada naquela região entre três e 25 de outubro. Os frutos são de fácil coleta, ficam bem expostos fora da folhagem por possuir longos e eretos pedúnculos e por ser uma planta de arquitetura vertical.

‘Sabrosa’ é uma planta vigorosa, a recomendação de espaçamento de plantio deve variar entre 22 e 25 cm, o que pode ampliar a produção por hectare. O cultivar permite transplante precoce, sem apresentar problemas na produção de frutos. Possui um sistema radicial resistente a determinados patógenos de solo e que se regenera facilmente. Por isso, o cultivar é adequado para diferentes tipos de solos e de desinfecção. É um cultivar bastante rústica e adequada para o cultivo orgânico.

Nas condições europeias é importante durante o ciclo não deixar uma massa foliar excessiva que pode dificultar a ventilação e a colheita. É um cultivar que vem se mostrando bastante resistente ao fungo *Botrytis* e especialmente ao oídio e *Phytophthora*, proporcionando menor custo com produtos fitossanitários no cultivo convencional na Europa.

1.6.2 Cultivar ‘Cristal’[®]

O ‘Cristal’[®], também foi obtida na Espanha pela empresa Plantas de Navarra S.A. (PLANASA, 2013b). O cultivar é neutro ao fotoperíodo e de clima quente, resultou do meio do cruzamento entre as seleções nº 92-61 e seleção nº 90-45 (Cegnida Rem). Seleccionados na fazenda experimental da Planasa, localizada em Cartaya (Huelva), na Espanha. Essa variedade está registrada no registro oficial de variedades comerciais da Espanha, sob o número 2007/1257 EU.

Segundo a empresa detentora do registro, a variedade ‘Cristal’[®] apresenta característica fortemente regressiva, vigorosa e folhas grandes de cor verde escuro. Seu porte é globoso e apresenta floração semiereta acima da massa foliar, que é muito abundante durante o ciclo produtivo. A variedade tem se mostrado muito produtiva na Espanha, variando de 300 g a 1 kg no outono e primavera. É uma boa alternativa para a produção precoce.

As flores apresentam tamanho médio a grande, com anteras bem desenvolvidas e ricas em pólen. Os ramalhetes florais são longos e não ramificam excessivamente. Isso permite uma aceitável homogeneidade de calibres e uma boa exposição dos frutos.

Os frutos apresentam calibres de médio a grande, possuem forma cônica alongada (semelhante ao MilseiTudla[®]), com polpa vermelha, consistente e ligeiramente ácida. A pele é de cor vermelho escuro, homogêneo e brilhante, com boa resistência à colheita e transporte.

‘Cristal’[®] é um cultivar altamente regressivo, apresentando grande potencial produtivo e vigor. Nas condições europeias o espaçamento no plantio não deve ser inferior a 30 ou 35 cm, pois o desenvolvimento da planta pode causar problemas na colheita e especialmente *Botrytis cinerea* Pers., por falta de aeração, assim como diminuição no calibre dos frutos.

1.7 NUTRIÇÃO MINERAL DO MORANGUEIRO

Uma das principais práticas responsáveis pelo aumento da produtividade, qualidade e conservação pós-colheita na cultura do morangueiro é a adubação. Apesar da expansão da

área plantada, são poucos os trabalhos sobre a nutrição da cultura no Brasil (PREZOTTI, 2006; LEMISKA, 2013; PAULETTI, 2014).

O morangueiro possui um longo período reprodutivo que pode se estender de 4 a 10 meses (CASTALLANE, 1993; CANTILLANO *et al.*, 2003), implicando na disponibilidade constante de nutrientes, para atender adequadamente a demanda da planta. A planta retira do solo os nutrientes minerais necessários para seu desenvolvimento. O manejo da adubação e da calagem visa à manutenção do equilíbrio nutricional das plantas ao longo de seu ciclo. O manejo necessita de informações tanto da exigência nutricional quanto do potencial produtivo do sistema. O uso de fertilizantes em excesso ou com dose inferior ao exigido para um determinado elemento pode gerar comprometimento irreversível do desempenho da planta, resultando em desperdício de recursos financeiros e de tratamentos culturais investidos na cultura (PREVEDELLO *et al.*, 2002).

Entretanto, é comum encontrar em áreas de produção de hortaliças, teores de nutrientes acima do adequado para a cultura. Isto ocorre, em muitos casos, pela aplicação de doses superiores às quantidades retiradas pela cultura (MOTTA; SERRAT, 2006). Algumas pesquisas questionam o uso das doses recomendadas para o morangueiro. Além do mais, alguns produtores praticam a adubação de forma equivocada, sem realizar análise de solo, desperdiçando nutrientes e gerando gastos desnecessários (VIGNOLO, *et al.*, 2012). Dessa forma, tanto o excesso quanto a falta de nutrientes podem ser lesivos para as plantas. O excesso de potássio (K), por exemplo, pode causar desequilíbrio nos níveis de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) ou queima nas margens e no ápice das folhas velhas. Isso evidencia a importância de um bom programa de adubação, garantindo a absorção equilibrada de nutrientes (COSTA *et al.*, 2010). No morangueiro, o fornecimento de macro e micronutrientes é realizado principalmente por fertilizantes minerais. Outra forma de aplicação importante para a cultura do morangueiro é na forma indireta, por meio da adubação orgânica. Segundo Albregts e Howard (1981), a adubação orgânica é considerada essencial para o bom desempenho da cultura, proporcionando maior desenvolvimento e produção.

Conhecer a dinâmica de absorção de nutrientes pela planta ao longo do ciclo é importante e permite determinar os requerimentos em diferentes épocas do desenvolvimento. Dessa maneira, os nutrientes podem ser fornecidos adequadamente e a planta possa expressar toda a sua potencialidade (EMBRAPA, 2005). Uma forma de verificar a situação nutricional das plantas é por meio da diagnose foliar, que é considerado um parâmetro importante para a avaliação do estado nutricional de plantas de morangueiro. A análise química foliar oferece correlação significativa entre os teores de nutrientes nas folhas e o crescimento das plantas

(GRASSI FILHO *et al.*, 1999). É importante considerar que a análise foliar é considerada uma ferramenta de apoio. É, portanto, necessário considerar as adubações realizadas, a análise de solo e as curvas de absorção. É recomendável que, com base nesse conjunto, sejam realizadas as correções no programa de fertilização ou a diagnose de problemas nutricionais (TRANI; VAN RAIJ, 1996). Os resultados da análise foliar devem ser comparando com os níveis adequados sugeridos na literatura (RAIJ *et al.* 1996). A extração de macronutrientes pelo morangueiro ocorre na seguinte ordem: K, N, Ca, Mg, Se e P. O nível de extração é variável em função do cultivar (SOUZA, 1976).

De acordo com Castellane (1993), a absorção de nitrogênio e potássio se destaca entre os macronutrientes. Entre os micronutrientes, os mais exportados são o ferro e o zinco. O autor ressalta que existem diferenças na absorção entre os cultivares de morangueiro. Aplicações de Nitrogênio e fósforo podem elevar significativamente a produtividade da cultura, inclusive em solos considerados férteis. O potássio é o macronutriente que mais favorece a qualidade do fruto, melhorando o sabor, o aroma, a coloração, a consistência e os teores de vitamina C (CANTILLANO *et al.*, 2003; FILGUEIRA, 2003). Os teores médios de minerais em frutos de morango giram em torno de 22 mg de Cálcio e Fósforo, 0,9mg de Ferro, 31,5mg de Sódio e 155,2 mg de Potássio (FRANCO, 1984).

Segundo Rodas (2008), a literatura mostra que existem grandes lacunas de informações quanto às exigências nutricionais e à identificação de problemas na produção decorrentes de estresses nutricionais, relacionados a deficiências ou excessos. Apesar da significativa área plantada, da alta rentabilidade e seu benéfico social para o meio rural, a nutrição do morangueiro ainda carece de estudos (LEMISKA, 2013).

1.8 A AGRICULTURA ORGÂNICA E SUA LEGISLAÇÃO

Agricultura natural, alternativa, biodinâmica, orgânica, biológica, organobiológica, ecológica, regenerativa, permancultura, agroecológica, sustentável (DAROLT, 2002), essa infinidade de nomes pretende definir os tipos de agricultura praticados no planeta (ORMOND *et al.*, 2002). Cada grupo procura caracterizar a sua produção com um conjunto de conceitos próprios, estes incluem desde filosofia, que chega a considerar preceitos religiosos ou esotéricos, até à definição do tipo de insumo utilizado (ORMOND *et al.*, 2002).

Em vista disso, nesse documento a terminologia “agricultura orgânica” é delimitada e tratada de acordo com a definição do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

(MAPA), publicado no Diário Oficial da União, sob a Portaria 505/1998 e Instrução Normativa (IN) 007, de 17 de maio de 1999. Esta determinou como "Orgânica" toda corrente de agricultura alternativa que atenda aspectos de processo produtivo previstos na Instrução (BRASIL, 1999).

A Lei nº 10.831 de dezembro de 2003 substituiu a IN007/ 1999 e passou a ter caráter definitivo, embora ainda precise de regulamentações. A finalidade e o conceito legal de sistema são os transcritos desta Lei:

Art. 1º Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente.

§ 1º A finalidade de um sistema de produção orgânico é:

I – a oferta de produtos saudáveis isentos de contaminantes intencionais;

II – a preservação da diversidade biológica dos ecossistemas naturais e a recomposição ou incremento da diversidade biológica dos ecossistemas modificados em que se insere o sistema de produção;

III – incrementar a atividade biológica do solo;

IV – promover um uso saudável do solo, da água e do ar, e reduzir ao mínimo todas as formas de contaminação desses elementos que possam resultar das práticas agrícolas;

V – manter ou incrementar a fertilidade do solo a longo prazo;

VI – a reciclagem de resíduos de origem orgânica, reduzindo ao mínimo o emprego de recursos não-renováveis;

VII – basear-se em recursos renováveis e em sistemas agrícolas organizados localmente;

VIII – incentivar a integração entre os diferentes segmentos da cadeia produtiva e de consumo de produtos orgânicos e a regionalização da produção e comércio desses produtos;

IX – manipular os produtos agrícolas com base no uso de métodos de elaboração cuidadosos, com o propósito de manter a integridade orgânica e as qualidades vitais do produto em todas as etapas.

§ 2º O conceito de sistema orgânico de produção agropecuária e industrial abrange os denominados: ecológico, biodinâmico, natural, regenerativo, biológico, agroecológicos, permacultura e outros que atendam os princípios estabelecidos por esta Lei. (BRASIL, 2003).

De acordo com Neves (2005) essa legislação estabeleceu os padrões para o manejo orgânico a partir de iniciativas e ideais de movimentos que praticavam ou conheciam a agricultura orgânica, assim foram fundamentadas no desenvolvimento de novas tecnologias e no conhecimento adquirido na produção e no processo da agricultura orgânica. Esse conjunto de leis e INs, apesar de estabelecer os limites para os procedimentos da agricultura orgânica, não os apresenta de forma precisa o que exige do executante das normativas - agricultores ou

certificadoras - interpretações específicas, que em alguns casos permite, por exemplo, o consentimento da produção orgânica em monoculturas sem a devida proteção aos recursos naturais do sistema agrícola. Embora ocorra essa limitação, segundo Matos Filho (2004), da regulamentação da agricultura orgânica, o conjunto de normativas e regulamentos apresentados tem como finalidade garantir a qualidade dos sistemas de produção e do produtor, e, além disso, proteger o consumidor garantindo a integridade da produção orgânica.

1.9.1 A produção orgânica no Brasil

Segundo o último censo agropecuário realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2009, do total de estabelecimentos agropecuários do país 1,8 % eram produtores orgânicos. Estes trabalhavam com pecuária e criação de outros animais (41,7%), com lavouras temporárias (33,5%), com lavoura permanente (10,4%), com horticultura/floricultura (9,9%) e com produção florestal (3,8%). Os Estados com maior número de estabelecimentos que praticam a agricultura orgânica são Bahia (15.194), Minas Gerais (12.910), Rio Grande do Sul (8.532) e Paraná com 7.527 estabelecimentos (IBGE, 2009).

No censo de 2006 o setor de horticultura/floricultura representava 4,5% dos estabelecimentos, em 2009 esse percentual subiu para 9,9%. Esse grupo inclui frutas, verduras e legumes, apresentando expressividade no mercado interno com produtos comercializados em variados postos de venda. Sua produção ocupa áreas relativamente pequenas em comparação com o volume obtido (ORMOND *et al.*, 2002). A produção brasileira de orgânicos é quase totalmente exportada e os Estados Unidos e Europa são os principais mercados desses produtos (SEBRAE, 2004; MDIC/SECEX, 2010; MOOZ e SILVA, 2014), os dois representam 97% do consumo mundial de orgânicos (IPD, 2010). Segundo Mooz e Silva (2014) a produção orgânica está em expansão no mundo e o Brasil assume posição de destaque em área plantada entre os países produtores, isso contribuiu para a segurança alimentar, pois passa a disponibilizar alimentos mais saudáveis à população. A segurança alimentar e nutricional e a saúde têm sido as razões mais frequentes e fortemente relacionadas ao consumo destes alimentos (ARCHANJO; BRITO; SAUERBECK, 2001; CHEN, 2009; MOOZ e SILVA 2014).

No entanto o número de unidades produtoras certificadas no país ainda é avaliado como baixo. A certificação da produção é entendida como um processo complexo para os

produtores rurais que muitas vezes desconhecem os meios para sua concretização (DULLEY; SILVA; ANDRADE. 2003).

1.9.2 Produção orgânica no Paraná e do morangueiro

Segundo Archanjo *et al.* (2001) a produção para a venda de alimentos orgânicos no Estado começou em Curitiba e na Região Metropolitana de Curitiba (RMC), na década de oitenta no Município de Agudos do Sul. Nessa época hortaliças eram transportadas para Curitiba e entregues nas casas dos consumidores. Nos últimos anos o Estado vem conquistando uma posição privilegiada no cenário da produção orgânica de alimentos, segundo o Instituto de Promoção do Desenvolvimento (IPD, 2010), o Estado concentra o maior número de atividades orgânicas certificadas no país. Na última década o segmento cresceu mais de 2 mil por cento em termos de número de produtores e produção, na safra 2009/2010 o Estado contava com a participação de 4.751 produtores, que cultivavam 12.821,51 hectares (PARANÁ, 2011).

No Estado, a agricultura orgânica é desenvolvida majoritariamente em pequenas propriedades de caráter familiar, 86% das propriedades rurais têm área inferior a 50 hectares (SALVADOR, 2011). Nessa circunstância o sistema orgânico proporciona uma melhor relação benefício-custo da produção com o desenvolvimento social e regional (SOUZA *et al.*, 2014).

É possível distinguir diferentes polos de produção orgânica no Estado, como a produção de cana-de-açúcar nas regiões de Cascavel, Francisco Beltrão, Jacarezinho e Toledo. Na região Norte se destaca a produção de café orgânico, e o litoral na produção de frutas. Já o cultivo de soja orgânica é destaque nas regiões de Francisco Beltrão, Pato Branco e Toledo. As regiões com maior produção de milho orgânico são: Irati, União da Vitória e Francisco Beltrão. No sistema orgânico o principal produto em área plantada no estado é a soja, mas, em volume de produção, a mandioca assume esta posição (SALVADOR, 2011).

A produção de hortaliças orgânicas apresenta o maior número de agricultores envolvidos, estes estão em torno das grandes cidades, com destaque para Curitiba, Ponta Grossa, Toledo e União da Vitória (SALVADOR, 2011). Na RMC um dos destaques entre as olerícolas é o morango orgânico, que vem apresentando produção crescente nos últimos anos (IPARDES e IAPAR, 2007; SMAG, 2010; TONIOLO, 2013; AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS, 2014), apresentando médias de produtividade entre 300 a 500 g. planta⁻¹ (CASTRO *et al.*, 2003; DAROLT, 2013). O sistema de produção orgânico de morango se

mostra competitivo em termos técnicos, econômicos e ecológicos e é uma alternativa viável para pequenas propriedades familiares (DAROLT, 2013).

Não foram encontrados dados consolidados sobre o cultivo orgânico do morango no estado, um dos dados mais recentes sobre o morango são do EMATER-PR no ano de 2012, mas esses não distinguem produção orgânica, convencional e hidropônica. Segundo o órgão, no ano de 2012 foram assistidos 1.144 produtores de morango, com uma área plantada 513,67 ha, que obtiveram rendimento médio de 30.300 kg.ha⁻¹. Esses números são superiores à média estadual histórica observada pelo órgão, que é de 1.104 produtores, com 443,72 hectares plantados e rendimento médio de 23.637 kg.ha⁻¹. A RMC lidera o rendimento por área, com 38,605 kg.ha⁻¹ e contava com 169 produtores e área 99 ha (LEONARDECZ, 2014). No entanto os dados mais recentes disponibilizados pela SEAB/DERAL informam um aumento da área plantada com 697 ha e redução da produção, 20.379 toneladas de morango (SEAB/DERAL 2015).

Apesar das lacunas na consolidação oficial dos números de produtores e produção de morango no sistema orgânico na região RMC, existem informações isoladas como as informadas pela Secretaria Municipal de Colombo, que mostram que mais de 90% dos produtores do Município utilizam o sistema orgânico no cultivo do morango (TONIOLO, 2013), e que nos últimos anos os produtores da RMC têm investido em lavouras cultivadas sem o uso de agrotóxicos (RIC, 2012). Também existem relatos de incentivos ao cultivo do morango orgânico pelas prefeituras da RMC, como orientação técnica, distribuição de calcário e mudas de morango em São José dos Pinhais (SMAG, 2010), feiras do morango orgânico no município de Piraquara (BRIDUM, 2008), e a implantação de agroindústria para processamento da produção e capacitação de técnicos e agricultores para o cultivo orgânico em Tijucas do Sul (AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS, 2014).

Parte significativa do morango é vendida no varejo (APA, 2007; SILVA; VIEIRA, 2011), no entanto o mercado de varejo de produtos orgânicos é muito recente em todo o Estado, foi iniciado de maneira mais estável a partir de 2000. Os dois principais canais de comercialização que atuam hoje são as redes de supermercados e as lojas especializadas, situadas na sua maioria em Curitiba, ação menos acentuada no interior do Estado, e com o predomínio das redes de supermercados (PARANÁ, 2011). Tendo em vista a extensão territorial e topografia, o Estado possui regiões com condições edafoclimáticas diferentes, o que permite uma produção bastante diversificada, que atende os anseios do segmento consumidor. Contudo, ainda há a necessidade de um trabalho de logística visando maior integração entre as regiões (SALVADOR, 2011).

Estudos a respeito da rentabilidade entre os sistemas de produção, convencional, integrado e orgânico revelam resultados muito próximos. Com o crescimento o número de consumidores dispostos a adquirir hortaliça isenta de resíduos químicos, o sistema orgânico têm boas perspectivas de ser explorado por novos produtores (MADAIL *et al.*, 2007). Portanto, como é possível observar, há um crescimento da demanda por parte dos consumidores, que tem impulsionado o crescimento da produção e dos canais e agentes de comercialização principalmente de produtos *in natura* paranaenses (RIZZO, 2014; SALVADOR, 2011), como é o caso do morango.

REFERÊNCIAS

ALBREGTS, E. E.; HOWARD, C. M. Effects of poultry manure on strawberry fruiting response, soil nutrient changes, and leaching. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph (Michigan), v. 3, n. 105, p. 386-388, 1981.

ANDRIOLO, J. L.; JANISCH, D. I.; DAL PICIO, M.; SCHMITT, O. J.; LERNER, M. A. Nitrogen accumulation and monitoring by strawberry stock plants for runner tips production. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 273-278, 2014.

ANTUNES, L. E. C. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Brasília: EMBRAPA, 2012. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/morango/Abertura.html>>. Acesso em: 24/09/2013.

ANTUNES, L. E. C. Avaliação de cultivares de morango para produção orgânica no oeste de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 7., 2011, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2011. Disponível em: <<http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/download/10667/7260>>. Acesso em: 02/07/2015.

ANTUNES, L. E. C.; HOFFMANN, A. **Pequenas frutas: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2012.

ANTUNES, O. T.; CALVETE, E. O.; ROCHA, C.; NIENOW, A. A.; CECCHETTI, D.; RIVA, M. R. Produção de cultivares de morangueiro polinizado pela abelha jataí em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 94-99, 2007.

APA, R. H. C. G. **Dinâmica da comercialização de produtos orgânicos na ecofeira da Lagoa da Conceição**. 182 f. Trabalho de graduação (Bacharelado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

ARAÚJO, J. A. C. Recentes avanços da pesquisa agronômica na plasticultura brasileira. In: ARAUJO, J. A. C.; CASTELLANE, P. D. **Plasticultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. p. 41-52.

ARAÚJO, J. A. C.; CASTELLANE, P. D. **10 Anos da Plasticultura na FCAV UNESP de Jaboticabal - SP**. Jaboticabal: FUNEP, 1996.

ARCHANJO, L. R.; BRITO, K. F. W.; SAUERBECK, S. Alimentos Orgânicos em Curitiba: consumo e significado. **Cadernos de Debate**, Campinas, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2001.

BAMBERG, A. L. **Atributos físicos, hídricos e químicos de solos em sistemas de produção de morango em Turuçu-RS**. 101 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

BARROSO, G. M.; MORIN, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: Editora UFV, 1999.

BATISTA, I. F.; ZIMBACK, C. R. L.; VETTORATO, J. A. Variabilidade espacial da umidade do solo em irrigação por gotejamento sob cultivo protegido. **IRRIGA: Brazilian Journal of Irrigation and Drainage**, Botucatu, v. 7, n. 3, p. 201-213, 2002.

BORDIGNON JR, C. L.; FRANCESCATTO, V.; NIENOW, A. A.; CALVETE, E.; REGINATTO, F. H. Influence of the extraction solution pH on the content of anthocyanins in strawberry fruits. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 183-188, 2009.

BORTOLOZZO, A. R.; SANHUEZA, R. M. V.; MELO G. W. B.; KOVALESKI, A.; BERNARDI, J.; HOFFMANN, A.; BOTTON, M.; FREIRE, J. M.; BRAGHINI, L. C.; VARGAS, L.; CALEGARIO, F. F.; FERLA, N. J.; PINENT, S. M. J. **Produção de morangos no sistema semi-hidropônico**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho (Circular Técnica, 62), 2007.

BRAHM, R. U.; UENO B.; OLIVEIRA R. P. Reação de cultivares de morangueiro ao oídio sob condições de casa de vegetação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 219-221, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento. Decreto nº 6.323, de 27 de Dezembro de 2007. Regulamenta a Lei no 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 28 de dezembro de 2007, Seção 1, p. 2 - 8.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, D.F., de 24 de Dezembro de 2003. Seção 1, p. 2.

BRAZANTI, E. C. **La fresa**. Madrid: Mundi-Prensa, 1989.

BRIDUM, T. Feira do Morango premia o mais comilão. Capital da Notícia: Curitiba, 2008. Disponível em: <<https://zonaleste.wordpress.com/2008/11/08/feira-do-morango-premia-o-mais-comilao/#more-1416>>. Acesso em: 01/03/2015.

BURIOL, G. A; STRECK, N. A.; SCHNEIDER, F. M.; HELDWEIN, A. B. Efeito da ventilação sobre a temperatura e umidade do ar em túneis baixos de polietileno transparente e o crescimento da alface. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 17-24, 1997.

CALVETE, E. O.; CECCHETTI, D.; BORDIGNON, L. Desempenho de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, 2003. 1 CD-ROM.

CALVETE, E. O.; MARIANI, F.; WESP, C. D. L.; NIENOW, A. A.; CASTILHOS, T.; CECCHETTI, D. Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 396-401, 2008.

CALVETE, E. O.; ROCHA, H. C.; ANTUNES, O. T.; NIENOW, A. A. **Morangueiro polinizado pela abelha jataí em ambiente protegido**. Passo Fundo: Editora UPF, 2005.

CANTILLANO, F. F.; MARTINS, C. R.; MADAIL, J. C. M.; FORTES, J. F.; REICHERT, L. J.; LAGOS, L. L.; BENDER, R. J. **Morango: Pós-colheita**. 1. ed. Pelotas: Embrapa Clima temperado, 2003.

CARVALHO, S. P.; ZAWADNEAK, M. A. C.; ANDRADE, P. F. S.; ZANDONÁ, J. C. O cultivo do morangueiro no Brasil. In: ZAWADNEAK, M. A. C.; SCHUBER, J. M.; MÓGOR, A. F. **Como produzir morangos**. Curitiba: UFPR, 2014. p. 278.

CASTELLANE, P. D. Nutrição e adubação da cultura do morango (*Fragaria spp.*). In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO MORANGUEIRO, 1., 1986, Cabreúva. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1986.

CASTELLANE, P. D. Nutrição e adubação do morangueiro. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, 1990, Jaboticabal.

CASTRO, R. L.; CASALI, V. W. D.; BARRELLA, T. P.; SANTOS, R. H. S.; CRUZ, C. D. Produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 227-230, 2003.
Anais... Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 261-279.

CAVALCANTE, L. O. H.; JÚNIOR, L. A. F. Planejamento participativo: uma estratégia política e educacional para o desenvolvimento local sustentável (Relato de experiência do Programa Comunidade Ativa). **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 23, n. 81, p. 161-190, 2002.

CHAGNON, M.; GINGRAS, J.; OLIVEIRA, D. Pollination rate of strawberries. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 82, n. 35, p. 1350-1353, 1989.

CHEN, M. Attitude toward organic foods among Taiwanese as related to health consciousness, environmental attitudes, and the mediating effects of a healthy lifestyle. **British Food Journal**, West Yorkshire, v. 111, n. 2, p. 165-178, 2009.

COCCO, C. **Qualidade fisiológica das mudas na produção de frutas do morangueiro**. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

CONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. 2. ed. Bronx: The New York Botanical Garden, 1998.

COSTA, E. L.; COELHO, E. F.; COELHO FILHO, E. A. Irrigação do morangueiro. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 50-55, 2007.

COSTA, F. A.; ROSSI, A. D.; LEAL, R. N. Origem, evolução e o melhoramento do morangueiro. In: ZAWADNEAK, M. A. C.; SCHUBER, J. M.; MOGOR, A. F. **Como produzir morangos**. Curitiba: UFPR, 2014. p. 278.

COSTA, M. E.; CALDAS, A. V. C.; SOUZA, W. C. M.; GURGEL, M. T.; SILVA, R. M. Caracterização nutricional da mangueira ‘Tommy Atkins’ sob adubação potássica. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 2, p.125-130, 2010.

CRANE, E.; WALKER, P. **Pollination directory for word crops**. International Bee Research Association, London, 1984.

CUNHA, A. S. C.; MUELLER, C. C.; ALVES, E. R. A.; SILVA, J. E. Uma avaliação da sustentabilidade da agricultura nos cerrados. In: IPEA. (Org.). **Estudos de Política Agrícola**. Sumários Executivos. Brasília: IPEA, 1993, v. 2, p. 35-52.

DAROLT, M. R. **Agricultura Orgânica**: Inventando o futuro. Londrina: IAPAR, 2002.

DAROLT, M. R. **Morango**: sistema orgânico apresenta viabilidade técnica, econômica e ecológica. [S.l.]: Planeta orgânico, 2013. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/darmorang.htm>>. Acesso em 18/11/ 2014.

DELLA VECCHIA, P. T.; KOCH, P. S. História e perspectivas da produção de hortaliças em ambiente protegido no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 5-10, 1999.

DIAS, M. S. C.; SILVA, J. J. C.; PACHECO, D. D.; RIOS S. A.; LANZA, F. E. Produção de morangos em regiões não tradicionais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 24-33, 2007.

DUARTE FILHO, J.; ANTUNES, L. E. C.; PÁDUA, J. G. GA3 e Paclobutrazol no florescimento e na produção de frutos em duas cultivares de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 202-205, 2004.

DULLEY, R. D.; SILVA, V.; SOARES de ANDRADE, J. P. Estrutura Produtiva e Adequação ao Sistema de Produção Orgânico. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 33, n. 11, 2003.

FARIAS, J. R. B. Efeito da cobertura plástica sobre a radiação solar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 31-36, 1993.

FERNANDES-JÚNIOR, F.; FURLANI, P. R.; RIBEIRO, I. J. A.; CARVALHO, C. R. L. Produção de frutos e estolhos do morangueiro em diferentes sistemas de cultivo em ambiente protegido. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 1, p. 25-34, 2002.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2000.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2007.

FILHO, A. P.; FERREIRA, D. G. S. **Produção de morango**. Viçosa: CPT, 2012.

FOLTA, K. M., DAVIS, T. M. Strawberry Genes and Genomics. **Critical Reviews in Plant Sciences**. v. 25, n. 55, p. 399-415, 2006.

FRANCO, G. V. E. **Tabela de composição química dos alimentos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livraria Atheneu, 1982.

GIMENEZ, G.; ANDRIOLO, J.; GODOI, R. Cultivo sem solo do morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 273-279, 2008.

GOTO, R. Plasticultura nos trópicos: uma avaliação técnico-econômica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, p. 163-165, 1997. Palestra. Suplemento.

GOTO, R.; HORA, R. C.; BRAGA, R.; RAETANO, C. G. Desafios e perspectivas da produção sustentável de Hortaliças em ambientes protegidos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 47.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE

CUCURBITÁCEAS, 4., 2007, Porto Seguro. **Palestras...** Horticultura Brasileira, v.25, n.1, 2007.

GRAHAM, J. *Fragaria* strawberry. In: LITZ, R. E. **Biotechnology of Fruit and Nut Crops**. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2005. p. 456-474.

GRASSI FILHO, H. Diagnose foliar: princípios e aplicações. In: PRADO, R.M.; ROZANE, D.E.; VALE, D.W.; CORREIA, M.A.R. ; SOUZA, H.A. **Nutrição de plantas: diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: UNESP, 2008. p.35-60.

IBGE. **Censo Agropecuário 2009**. Rio de Janeiro, 2009. p. 1-127.

IFOAM. **The IFOAM norms for organic production and processing**: including IFOAM basic standards for organic production and processing; IFOAM ACCREDITATION CRITERIA for Bodies Certifying Organic Production and Processing. Disponível em: <http://www.ifoam.bio/sites/default/files/page/files/norms_eng_v4_20090113.pdf>. Acesso em 16/12/2014.

INSTITUTO DE PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO (IPD). **Perfil do mercado orgânico brasileiro como processo de inclusão social**. Curitiba, 2010.

IPARDES; IAPAR. **O mercado de orgânicos no Paraná: caracterização e tendências**. Curitiba: Iparades, 2007.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2004.

KIRSCHBAUM, D. S. **Temperature and growth regulator effects on growth and development of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - University of Florida, Florida, 1998.

LAZZAROTTO, J. J.; FIORAVANÇO, J. C. **Estudo de caso da eficiência econômica e viabilidade financeira da produção de morango em sistema semi-hidropônico**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho (Circular Técnica, 88), 2011.

LEMISKA, A. **Aplicação de cálcio e boro na produção e qualidade da fruta do morangueiro**. 49 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

LEONARDECZ, A. Histórico da produção e distribuição por regiões no ano de 2013. [mensagem de trabalho]. Mensagem recebida por:<prokopiuk@live.com> em: 27/10/2014.

LUZ, J. M. Q.; SHINZATO, A. V.; DINIZ, M. A. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 7-15, 2007.

MADAIL, J. C. M.; ANTUNES, L. E.; BELARMINO, L. C.; SILVA, B. A.; GARDIN, J. A. **Avaliação Econômica dos Sistemas de Produção de Morango: Convencional, Integrado e Orgânico**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado (Comunicado Técnico 181), 2007.

MARTINEZ-GARCIA, P. F. **Características climáticas de los invernaderos de plastico**. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias – INIA (Hoja Técnica, 19), 1978.

MARTINS, S. R. Desafios da plasticultura brasileira: limites sócio-econômicos e tecnológicos frente às novas e crescentes demandas. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 133-138, 1996.

MARTINS, S. R., FERNANDES, H. S., ASSIS, F. N.; MENDEZ, M. E. G. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência Brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 26, p.15-23, 1999.

MATOS FILHO, A. M. **Agricultura orgânica sob a perspectiva da sustentabilidade: uma análise da região de Florianópolis - SC, Brasil**. 171 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MDIC/SECEX. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio/ Secretaria de Comércio Exterior. **Exportação de produtos orgânicos – agosto de 2006 a junho de 2010**. Disponível em <<http://www.mdic.gov.br>> Acesso em 03/02/2010.

MEDEIROS, A. R. M.; SANTOS, A. M. Práticas culturais. In: SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (Ed.) **Morango: produção**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica (Frutas do Brasil, 40), 2003. p. 53 - 56.

MOTTA, A. C. V.; SERRAT, B. M. Princípios de adubação. In: LIMA, M. R. **Diagnóstico e Recomendação de Manejo do Solo**. 1. ed. Curitiba: Setor de Ciências Agrárias, UFPR, 2006. p. 143-190.

SILVA, S. B.; VIEIRA, L. M. Responsabilidade social nas relações entre comprador e fornecedores na cadeia de suprimentos de produtos orgânicos no Brasil. In: XIV SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS. **Anais...** São Paulo: FGV-EAESP, 2011.

NEVES, M. C. P. Agricultura Orgânica na União Européia. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 239-256.

NJUGUNA, W. **Development and use of molecular tools in *Fragaria***. 389 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) - Oregon State University, Oregon, 2010.

OLIVEIRA, A. C. B.; BONOW, S. Novos desafios para o melhoramento genético da cultura do morangueiro no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 268, p. 21-26, 2012.

OLIVEIRA, E. C. P. Estrutura foliar de curauá em diferentes intensidades de radiação fotossinteticamente ativa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 2, p. 163-169, 2008.

OLIVEIRA, M. A. C.; SANTOS, A. M. Classificação, Botânica, Origem e Evolução. In: SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (Ed.) **Morango: produção**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica (Frutas do Brasil, 40), 2003. p. 16-17.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 520-522, 2006.

OLIVEIRA, R. P.; SOUZA, T. M.; SCIVITTARO, W. B. **Ventana**: nova cultivar de morangueiro recomendada para o Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. (Comunicado Técnico, n.138)

ORMOND, J. G. P.; PAULA, S. R. L.; FILHO, P. F.; ROCHA, L. T. M. **Agricultura orgânica**: quando o passado é futuro. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 15, p. 3-34, 2002.

PARANÁ. Secretaria de Estado e Agricultura e Abastecimento. **Documento-Base para o Programa Paraná Agroecológico**. Curitiba: DIOE, 2011. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/agroecologia/documentos/pragroecologicofinal.pdf>. Acesso em 21/02/2013.

PAULETTI, V. Nutrição mineral de plantas: nutrição do morangueiro. In: ZAWADNEAK, M. A. C.; SCHUBER, J. M.; MÓGOR, Á. F. **Como produzir morangos**. Curitiba, 2014. p.278.

PEDROSA, M, R. **O desenvolvimento sustentável da agricultura no cerrado brasileiro**. v. 54 f.99. Monografia (MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada) - ISAE-FGV/ Ecobusiness School, Brasília, 2003.

PLANASA. Plantas de Navarra S.A. **Cristal**. Disponível em: <<http://www.planasa.com/index.php?m=67&prod=541&var=39>>. Acesso em: 21/02/2013.

PLANASA. Plantas de Navarra S.A. **Sabrosa-Candongia**. Disponível em: <<http://www.planasa.com/index.php?m=67&prod=541&var=37>>. Acesso em 21/02/2013.

POMBO, M. A. **Irradiación de frutillas con UV-C: efecto sobre la síntesis de proteínas, degradación de la pared celular y mecanismos de defensa**. 126 f. Tese (Doutorado em Bioquímica) - Universidad Nacional de General San Martín, Buenos Aires, 2009.

PREVEDELLO, B. M. S.; REISSMANN, C. B. Nutrição Mineral de Plantas. In: WANCHOWICZ, C. M.; CARVALHO, R. I. N. (Orgs.) **Fisiologia Vegetal**: produção e pós-colheita. Curitiba: Champagnat, 2002. p. 115-133.

PREZOTTI, L. C. Nutrição do morangueiro. In: BALBINO, J. M. S. (Ed.). **Tecnologias para a produção, colheita e pós-colheita de morangueiro**. 2. ed. Vitória: Incaper, 2006. p. 37-40.

RADIN, B., BERGAMASCHI, H., REISSER JUNIOR, C., BARNI, N. A., MATZENAUER, R., DIDONÉ, I. A. Eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1017-1023, 2003.

RADMANN, E. B.; BIANCHI, V. J.; OLIVEIRA, R. P.; FACHINELLO, J. C. Caracterização e diversidade genética de cultivares de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 84-87, 2006.

RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. HIROCE, R.; FURLANI, M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996.

REGANOLD, J. P.; ANDREWS, P. K.; REEVE, J. R.; CARPENTER-BOGGS, L.; SCHADT, C. W.; ALLDREDGE, J. R.; ROSS, C. F.; DAVIES, N. M.; ZHOU, J. Fruit and soil quality of organic and conventional strawberry agroecosystems. **Plos One**, Cairo, v. 5, n. 9, p. 12346, 2010.

REICHERT, L. J.; MADAIL, J. C. M. Aspectos socio-econômicos. In: SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (Ed.) **Morango: produção**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica (Frutas do Brasil, 40), 2003. p. 12-15.

REISSER JÚNIOR, C. **Evapotranspiração de alface em estufa plástica e ambiente natural**. 78 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1991.

REISSER JÚNIOR, C.; ANTUNES, L. E. C.; RADIN, B. Técnicas de proteção da cultura do morangueiro com filmes de polietileno de baixa densidade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2., ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 1., 2004, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado (Documentos, n.124), 2004.

REISSER JUNIOR, C.; BERGAMASCHI, H.; RADIN, B.; BERGONCI, J. I. Alterações morfológicas do tomateiro em resposta à redução de radiação solar em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 7-14, 2003.

RESENDE L. V.; ALVARENGA, M. A. R.; MALUF, W. R. Comportamento do morangueiro cv. AGF-80 sob túneis de cultivo forçado e cobertura morta em condições de primavera/verão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13 n. 2, p. 159-162, 1995.

RESENDE, J. T. V.; MORALES, R. G. F.; FARIA M. V.; RISSINI, A. L. L.; CAMARGO, L. K. P.; CAMARGO, C. K. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p.185-189, 2010.

RIC. **Produção de morangos orgânicos é cada vez maior no Paraná**. Grupo RIC Paraná, 2012. Disponível em: <<http://pr.ricmais.com.br/economia/videos/producao-de-morangos-organicos-e-cada-vez-maior-no-parana/>>. Acesso em: 01/03/2015.

RIOS, S. A. Melhoramento genético do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 14-18, 2007.

RIZZO, M. R. **Produtos Orgânicos: A volta às origens em um mercado que cresce**. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/artigos/produtos-organicos.php>>. Acesso em: 15/07/2014.

RODAS, L. C. **Deficiências nutricionais no morangueiro: caracterização de sintomas visuais, produção e nutrição mineral**. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

RODRIGUES, L. C. N.; DIAS, M. S. C.; PÁDUA, J. G. de; REIS, J. B. R. S. Produção Orgânica. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 279, p. 22-29, 2014.

RONQUE, E. R. V. **A cultura do morangueiro**. Curitiba: EMATER-PR, 1998.

RONQUE, E. R. V.; VENTURA, M. U.; SOARES JÚNIOR, D.; MACEDO, R. B.; CAMPOS, B. R. S. Viabilidade da exploração da cultura do morango no Paraná - BR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1032-1041, 2013.

SALVADOR, C. A. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2011/12 – Agricultura Orgânica**. Curitiba: SEAB/DERAL, 2011.

SANHUEZA, R.; HOFFMANN, A.; ANTUNES, L.; FREIRE, J. D. M. **Sistema de produção de morango para mesa na região da serra gaúcha e encosta superior do Nordeste**. Bento Golçalves: Embrapa uva e vinho, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MesaSerraGaucha/importancia.htm>>. Acesso em 20/03/2015.

SANTOS, A. M. **A cultura do morango**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT; Brasília: EMBRAPA-SPI (Coleção Plantar, 7), 1993.

SANTOS, A. M. Cultivares. In: SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (Ed.) **Morango: Produção**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica (Frutas do Brasil, 40), 2003. p. 24-30.

SANTOS, A. M. Melhoramento genético do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 24-29, 1999.

SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. Nutrição, calagem e adubação. In: **Sistema de produção do morango**. Embrapa Clima Temperado: Sistemas de produção – 5 (versão eletrônica), 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap05.htm>>. Acesso em 15/05/2014.

SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M.; HERTER, F. G. Exigências de clima e solo. In: SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (Ed.) **Morango: Produção**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica (Frutas do Brasil, 40), 2003. p. 18 - 21.

SCARANARI MOOZ, E. D.; SILVA, M. V. Alimentos orgânicos. **Nutrire**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 99-112, 2014.

SCHWENGBER, J. E.; PEIL, R. M. N.; MARTINS, S.; ASSIS, F. N. Comportamento de duas cultivares de morangueiro em estufa plástica em Pelotas-RS. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 2, p.143-147, 1996.

SEAB/DERAL. Morango BR. [mensagem de trabalho]. Mensagem recebida por: <cidazawadneak@gmail.com> em: 27/01/2015.

SEBRAE. **Cenário da produção e mercado dos orgânicos no Brasil**. BIOFACH América Latina, setembro de 2004, Hotel Glória, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: SEBRAE-RJ, 2004.

SEGOVIA, J. F. O.; ANDRIOLO, J. L.; BURIOL, G. A.; SCHNEIDER, F. M. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) no interior e no exterior de estufas de polietileno em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 37-41, 1997.

SGANZERLA, E. **Nova agricultura**: a fascinante arte de cultivar com os plásticos. 6. ed. Guaíba: Agropecuária, 1997.

SHIMIZU, H. K. Catálogo. Novas cultivares de morangueiro em 2005. **Bioagro**, Araucária, v. 1, n. 12, p. 6, 2005.

SHULAEV, V.; KORBAN, S. S.; SOSINSKI, B.; ABBOTT, A. G.; ALDWINCKLE, H. S.; FOLTA, K. M.; IEZZONI, A.; MAIN, D.; ARUS, P.; DANDEKAR, A. M.; LEWERS K; BROWN, S. K.; DAVIS, T. M.; GARDINER, S. E.; POTTER, D.; VEILLEUX, R. E. Multiple Models for Rosaceae Genomics. **Plant Physiology**, Illinois, v. 147, n. 3, p. 985-1003, 2008.

SOUZA, A. F. **Absorção de nutrientes por quatro cultivares de morangueiro (*Fragaria spp.*)**. 144 f. Dissertação (Mestrado Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1976.

SILVA, A. F.; DIAS, M. S. C.; MARO, L. A. C. Botânica e fisiologia do morangueiro. In: Morango: conquistando novas fronteiras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 7-13, 2007.

SOUZA, A. P.; SAMPAIO, R. A.; COUTINHO, O. Produtividade da cenoura em Roraima submetida a diferentes fontes de adubos orgânicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 279, 1995.

SOUZA, D. I. de; FERNANDES, A. C. P. P.; FREITAS, F. M. de; CAMARGO, G. T.; SEIFERT, A. L.; VENTURA, M. U. Atuação do núcleo da Universidade Estadual de Londrina no Programa Paranaense de Certificação de Produtos Orgânicos FASE II. In: Congresso Paranaense de Agroecologia, 1, 2014, Pinhais. **Resumos...** Pinhais, 2014.

Disponível em: <<http://www.abagroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/15495/10126>> Acesso em: 02/07/2015.

STAUDT, G. Taxonomic studies in the genus *Fragaria*; typification of the *Fragaria* species known at the time of Linnaeus. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 40, n. 6, p. 869-886, 1962.

STERTZ, S. C.; FREITAS, R. J. S. Qualidade de hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônicas na região metropolitana de Curitiba, Paraná. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 93-95, 2004.

TEIXEIRA, C. P. **Produção de mudas e frutos de morangueiro em diferentes sistemas de cultivo**. 74 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

TEIXEIRA, R. P. **Efeito de tensões de água no solo em cultivo de morangueiro submetido à poda**. 70 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

TIJUCAS DO SUL. Prefeitura Municipal. **Morango orgânico em Tijucas do Sul**. Tijucas do Sul, 2014. Disponível em: <<http://tijucasdosul.pr.gov.br/morango-organico-em-tijucas-do-sul/>>. Acesso em: 01/03/2015.

TONIOLO, M. **Mais de 90% da produção de morangos em Colombo é orgânica**. Prefeitura Municipal de Colombo, Paraná. 2013. Disponível em: <<http://portal.colombo.pr.gov.br/mais-de-90-da-producao-de-morangos-em-colombo-e-organica/>>. Acesso em: 01/03/ 2015.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. p. 157-164.

VAN DEN MUIJZENBERG, E. E. B. **A history of greenhouses**. Wageningen, Institute for Agricultural Engineering, 1980.

VASQUEZ, M. A. N.; FOLEGATTI, M. V.; DIAS, N. S.; SILVA, C. R. Efeito do ambiente protegido cultivado com melão sobre os elementos meteorológicos e sua relação com as condições externas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 137-143, 2005.

VECCHIA, P. T. D.; KOCH, P. S. História e perspectivas da produção de hortaliças em ambiente protegido no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 5-10, 1999.

VERDIAL, M. F. **Frigoconservação e vernalização de mudas demorangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) produzidas em sistemas de vasos suspensos**. 71 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

VIDA, J. B.; ZAMBOLIM, L.; TESSMANN, D. J.; FILHO, J. U. T. B.;
VERZIGNASSI, J. R.; CAIXETA, M. P. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 355-372, 2004.

VIDAL, H. R.; CORSO, F.; OLIVEIRA, A. E. ; NIESING, P. C.; OTTO, R. F.. Caracterização morfológica de quatro cultivares de morangueiro para a região de Ponta Grossa, PR. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 3.; ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 2., 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado (Documentos, n. 203), 2007.

VIGNOLO, G. K., ARAUJO, V. F., SILVEIRA, C. A. P., PICOLOTTO, L., GONÇALVES, M. A., ANTUNES, L. E. C. Redução da dose de adubação recomendada para a cultura do morangueiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: SBF, 2012.

WATSON, L.; DALLWITZ, M. J. **The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval**. 1992. Version: 11th May 2015. Disponível em: <<http://delta-intkey.com/angio/>>. Acesso em: 19/08/2014.

WITTER, S.; RADIN, B.; LISBOA, B. B.; TEIXEIRA, J. S. G.; BLOCHTEIN, B.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Desempenho de cultivares de morango submetidas a diferentes tipos de polinização em cultivo protegido. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v. 47, n. 1, p. 58-65, 2012.

ZEBROWSKA, J. Influence of pollination medes on yield components in strawberry (*fragaria* x *ananassa* Duch.). **Plant Breeding**, Berlin, v. 17, n. 1, p. 255-260, 1998.

2. DESEMPENHO DE DOIS CULTIVARES DE MORANGUEIRO EM SISTEMA ORGÂNICO SOB DOIS TIPOS DE TÚNEIS

2.1 RESUMO

Neste trabalho, o objetivo foi avaliar o desempenho de dois cultivares de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em sistema orgânico sob cultivo protegido dos tipos: túnel alto e túnel baixo. O experimento foi conduzido na região metropolitana de Curitiba, importante polo de produção, no período de julho de 2012 a julho de 2013 em delineamento experimental de blocos casualizados, composto de quatro tratamentos em arranjo fatorial 2 x 2 (cultivares ‘Cristal’ e ‘Sabrosa’; túnel alto e baixo), com 10 repetições. Foram determinadas: as temperaturas máxima, média e mínima, e a umidade relativa do ar nos túneis e ambiente externo; as variáveis biométricas e de produção dos frutos e a biomassa de estolões. Verificou-se que o tipo de túnel não influenciou o tamanho, o número e a produção de frutos de morango, embora o túnel alto tenha promovido o aumento da biomassa de estolões dos dois cultivares. O cultivar ‘Cristal’ apresentou bom desempenho em sistema orgânico em ambos os túneis, com produção média de 1.058,87 g.planta⁻¹, enquanto ‘Sabrosa’ apresentou produção de 579,98 g.planta⁻¹.

Termos para indexação: *Fragaria x ananassa*; ‘Cristal’; ‘Sabrosa’; túnel alto; túnel baixo; estolões.

PERFORMANCE OF TWO STRAWBERRY CULTIVARS IN ORGANIC SYSTEM UNDER TWO TYPE OF TUNNELS

ABSTRACT

In this work, the aim was to evaluate the performance of two strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivars in organic system under two protected cultivation types: tall tunnel and short tunnel. The experiment was conducted in the metropolitan region of Curitiba, an important production area, from July 2012 to July 2013 in a randomized block design consisting of four treatments in factorial arrangement 2 x 2 ('Cristal' and 'Sabrosa' cultivars; tall and short tunnels) with 10 replications. Was determined the temperature and relative humidity into the tunnels and on external environment; biometric variables and production of strawberry fruits and stolons biomass. It was found that the type of tunnel does not influence the size, the number and the production of strawberry fruits, although the high tunnel has promoted the increase of stolons biomass of the two cultivars. The cultivar 'Crystal' performed well in organic system in both tunnels, with production average of 1058.87 g.plant⁻¹, while 'Sabrosa' showed production of 579.98 g.plant⁻¹.

Index therms: *Fragaria x ananassa*; 'Cristal'; 'Sabrosa'; tall tunnel; short tunnel; stolons.

2.2 INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é produzido nas mais variadas regiões do mundo, apreciado como fruta fresca e industrializada. No Brasil, é a espécie com maior área cultivada e valor econômico dentre as pequenas frutas (Fachinello *et al.*, 2011), com destaque para os morangos produzidos no sistema orgânico como uma alternativa viável para propriedades familiares (Darolt, 2013).

O cultivo protegido do morangueiro em geral oferece vantagens, pois possibilita certo controle das condições do ambiente, minimiza o ataque de algumas pragas e doenças e influencia fenologicamente os cultivares, oferecendo melhores condições ao desenvolvimento das plantas, aumentando a frutificação total e a produção comercial (Antunes *et al.*, 2007).

Entretanto, ao levar em conta que a fenologia dos cultivares pode ser alterada pela temperatura influenciando o período produtivo (Mógor, 2014), avaliar o desempenho de cultivares em cultivo protegido dos tipos túnel alto e túnel baixo, frequentemente utilizados pelos produtores (Mógor *et al.*, 2014) torna-se relevante, especialmente ao se comparar cultivares de dias curtos e cultivares neutras ao fotoperíodo, pois o florescimento em cultivares de dias curtos é normalmente induzido por temperaturas médias em torno de 15°C em fotoperíodo menor que 14 horas, ao passo que em genótipos neutros, após um período variável de exposição às temperaturas próximas a 10°C o florescimento pode ocorrer indefinidamente, desde que as temperaturas permaneçam menores que 27°C (Verdial, 2004).

Diante disso, neste trabalho buscou-se avaliar o desempenho dos cultivares ‘Cristal’ (neutro ao fotoperíodo) e ‘Sabrosa’ (de dias curtos) em sistema orgânico, sob cultivo protegido dos tipos túnel alto e túnel baixo, por dois ciclos de produção.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Área Experimental de Olericultura Orgânica da Universidade Federal do Paraná (UFPR), sob as coordenadas de latitude 25°25” S, longitude 49°08” e altitude 930 m, no Município de Pinhais, PR. O solo da área experimental é classificado como Latossolo vermelho amarelo, de textura média e relevo suave ondulado. O clima segundo a classificação Köppen é temperado, úmido mesotérmico (Cfb), com precipitação anual entre 1.400 e 1.800 mm, e chuvas bem distribuídas. O experimento foi implantado em delineamento de blocos casualizados, composto de quatro tratamentos em

arranjo fatorial 2 x 2 (cultivares ‘Cristal’ e ‘Sabrosa’) e túneis dos tipos alto e baixo, com 10 repetições.

O túnel alto possuía dimensões de 22m x 4,30m, construído com arcos de policloreto de vinila (PVC), espaçados 1,60m entre si e com altura de 2,30m. Este composto por dois canteiros com dimensões de 1,20 x 18m, espaçados em 0,50m entre si e a 0,70m das laterais. O túnel baixo possuía arcos de polietileno, espaçados com 1,60m com altura de 0,80m em relação à superfície do canteiro. Este composto por um canteiro com dimensões de 1,20 x 36 m. Os dois túneis foram cobertos com filme plástico de polietileno transparente de baixa densidade (PEBD), com 150 μ m (Electro Plastic[®]).

A análise química dos solos dos túneis revelou os seguintes valores: a) túnel alto - pH em CaCl₂ 6,1; em SMP 6,8; 63 mg.dm⁻³ de P; 2,20 cmol_c.dm⁻³ de K; 15 cmol_c.dm⁻³ de Ca²⁺; 5,6 cmol_c.dm⁻³ de Mg²⁺; 0,00 cmol_c.dm⁻³ de Al; 2,70 cmol_c.dm⁻³ de H⁺+Al³⁺; 22,80 cmol_c.dm⁻³ de soma de bases (SB); 25,50 cmol_c.dm⁻³ de CTC(T); 44,40 g. dm⁻³ de carbono (C); saturação por bases 89% (V); 0 de m% e 2,68 de Ca/Mg; b) túnel baixo - pH em CaCl₂ 6,2; em SMP 6,5; 33,3 mg.dm⁻³ de P; 1,97 cmol_c.dm⁻³ de K; 10,5 cmol_c.dm⁻³ de Ca²⁺; 4,8 cmol_c.dm⁻³ de Mg²⁺; 0,00 cmol_c.dm⁻³ de Al; 3,40 cmol_c.dm⁻³ de H⁺+Al³⁺; 17,27 cmol_c.dm⁻³ de soma de bases (SB); 20,67 de CTC(T); 33,1 g. dm⁻³ de carbono (C); saturação por bases 84% (V); 0 de m% e 2,19 de Ca/Mg. Os valores indicam que os teores de nutrientes encontravam-se em níveis altos ou muito altos em ambos (Tedesco *et al.*, 2004).

Levando-se em conta o ciclo do morangueiro, e em conformidade com a legislação para produção orgânica brasileira, Instrução Normativa nº46, de 6 de outubro de 2011 (Brasil, 2011), procedeu-se a aplicação de composto orgânico com os seguintes valores médios de nutrientes: 14,4 g.kg⁻¹ de N; 10,6 g.kg⁻¹ de P (Mehlich); 11,3 g.kg⁻¹ de K; 31,7 g.kg⁻¹ de Ca; 6,8 g.kg⁻¹ de Mg; 384 g.kg⁻¹ de C; 7,1 de pH e 27,6 de C/N. A incorporação foi realizada com a utilização de microtrator, na dose de 5.555 kg.ha⁻¹ no túnel alto, cujo solo apresentava teores de C, P e K superiores, e de 8.333 kg.ha⁻¹ no túnel baixo.

O sistema de irrigação foi do tipo localizado com fitas gotejadoras instaladas anteriormente à cobertura do solo dos canteiros com filme de polietileno preto com 30 μ m (Electro Plastic[®]). Procedeu-se o plantio de acordo com Móggor *et al.* (2014), com mudas de morangueiro transplantadas na primeira quinzena de Julho de 2012 no espaçamento de 0,30 m entre plantas e 0,40 m entre linhas, estabelecidas em três linhas por canteiro e conduzidas até o fim da primeira quinzena de julho de 2013. Em cada túnel foram estabelecidas 10 parcelas para cada um dos cultivares, com dimensões de 1,20 x 1,80m, compostas por 18 plantas, sendo as quatro centrais utilizadas nas coletas.

Foram utilizados os cultivares ‘Cristal’, neutro ao fotoperíodo, e ‘Sabrosa’ de fotoperíodo curto (Planasa Chile Spa[®]), oriundas do Chile. Na primeira quinzena do mês de abril de 2013 foi realizada uma poda de limpeza e renovação em todas as plantas com a retirada manual de folhas secas e com sintomas de doenças e retirada dos estolões, encerrando o primeiro ciclo produtivo e dando início ao segundo.

Com auxílio de termômetros digitais MT-220 Mimipa[®] com precisão de $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ ($0^{\circ}\text{C} \sim 34^{\circ}\text{C}$) e $\pm 2,0^{\circ}\text{C}$ ($34^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$) instalados a 0,30 m acima do dossel foram diariamente anotados em ambos os túneis e no ambiente externo, as temperaturas máxima, mínima, média e umidade relativa do ar em três horários: 09h, 13h e 17h. Os dados obtidos foram transformados em médias diárias de temperatura máxima, mínima e umidade relativa. Essas, por sua vez, foram utilizadas para obtenção de médias considerando o período de 38 dias. A definição desse intervalo seguiu o descrito por Antunes *et al.* (2007) que verificaram ser este o período médio da antese da flor à maturação do fruto do morangueiro em ambiente protegido. As colheitas foram realizadas diariamente ao longo o período produtivo, sendo coletados somente os frutos que exibiam três quartos de maturação ou com a epiderme 100% vermelho a vermelho-escuro, determinando-se a massa fresca utilizando balança digital, o diâmetro equatorial e longitudinal utilizando paquímetro digital. Foram descartados frutos com defeitos de formato, podres ou com massa inferior a 3g.

As coletas foram realizadas durante nove meses, período que se estendeu da primeira quinzena de outubro de 2012 até a primeira quinzena de julho de 2013. O segundo ciclo produtivo teve seu final determinado pelo clima atípico, com geadas fortes que ocorreram em julho de 2013. Os dados foram condensados em períodos de 38 dias (Antunes *et al.*, 2007), perfazendo oito avaliações.

Quinzenalmente, os estolões das plantas úteis eram coletados em sacos de papel e colocados em estufa de circulação forçada de ar a 60°C , até a obtenção de massa constante. A determinação da massa seca dos estolões e a pesagem dos frutos foram realizadas em balança analítica com precisão de 0,01 g e expressas em g.planta^{-1} .

O controle fitossanitário foi realizado de acordo com a legislação para produção orgânica (Brasil, 2011). O manejo dos túneis foi realizado pela abertura das portas do túnel alto e das laterais do túnel baixo, a uma altura aproximada de 0,40 m, e fechados ao final da tarde e antes de chuvas.

Os dados foram submetidos à análise de variância após a verificação dos pressupostos de normalidade, homocedasticidade e independência dos resíduos, bem como de aditividade do modelo. Os resíduos que não atenderam os pressupostos de normalidade foram

submetidos à transformação de Box-Cox. Para comparações entre médias foi utilizado Teste de Tukey, considerando p-valor < 0,05. As análises foram realizadas por meio do software R, versão 3.0.3 (R Core Team, 2012).

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ambos os túneis apresentaram temperaturas do ar máxima e média superiores às do ambiente externo, com o túnel alto apresentando médias superiores às do túnel baixo. Entretanto, as temperaturas mínimas e a umidade relativa do ar não foram afetadas pelo cultivo protegido (Tabela 1).

Segundo Vasquez *et al.* (2005), a temperatura interna é superior à externa em túneis com cobertura plástica, pois esta impede a passagem do ar quente do interior do ambiente protegido para o meio atmosférico. Entretanto, o manejo dos túneis no presente trabalho, como feito habitualmente pelos agricultores, com a abertura das portas do túnel alto e das laterais do túnel baixo (Mógor *et al.*, 2014) pode explicar os resultados apresentados na Tabela 1, ao considerar que o aumento das temperaturas máxima e média está relacionado à restrição de renovação do ar interno aliado a disponibilidade de radiação durante o dia (Reisser Júnior *et al.*, 2004), indicando que ocorreu menor renovação de ar no túnel alto, apresentando assim, temperaturas superiores comparado ao túnel baixo.

Tabela 1. Valores de temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura média e umidade relativa do ar obtidos em medições diárias, nos ambientes protegidos e a céu aberto, no período de julho de 2012 a julho de 2013. Curitiba, 2015.

Ambientes	Variáveis			
	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura média (°C)	Umidade relativa(%)
Túnel alto	57,48 a	6,44 a	31,88 a	51,44 a
Túnel baixo	50,15 b	5,54 a	27,46 b	55,39 a
Céu aberto	38,94 c	4,50 a	22,62 c	53,70 a
CV%	9,84	57,74	13,14	14,48

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 95% de confiabilidade.

Não se verificou interação significativa entre tipos de cultivo protegido e os cultivares quanto ao número e a massa seca de estolões. Entretanto, o túnel alto estimulou a emissão de estolões, com valores médios de número e massa seca superiores aos observadas

no túnel baixo (Tabela 2). As maiores temperaturas no túnel alto podem explicar esse efeito, levando em conta que o aumento da temperatura exerce influência no crescimento vegetativo, podendo modificar e até mesmo anular o efeito do fotoperíodo (Santos *et al.*, 2003) estimulando a emissão de estolões em cultivares neutros, como ocorreu com ‘Cristal’ nesta pesquisa.

Tabela 2. Número médio de estolões (NME) e massa seca média de estolões (MSE) de dois cultivares (C) de morangueiro ‘Cristal’ e ‘Sabrosa’, cultivados em ambiente protegido (T) com túnel alto e túnel baixo em sistema orgânico, no período de julho de 2012 a julho de 2013. Curitiba, 2015.

	‘Cristal’	‘Sabrosa’	Médias (T)	CV%
NME (Unidade)				40,40
Túnel alto	7,13	16,56	11,84A	
Túnel baixo	2,66	7,61	5,13B	
Médias (C)	4,90b	12,08a		
MSE (g.planta ⁻¹)				42,84
Túnel alto	3,94	8,18	6,06A	
Túnel baixo	2,03	4,61	3,32B	
Médias (C)	2,98b	6,40a		

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 95% de confiabilidade.

O comportamento do ‘Sabrosa’, cultivar de dias curtos, ao apresentar maior emissão de estolões do que ‘Cristal’ (Tabela 2), indica a resposta varietal aos estímulos ambientais, pois a emissão de estolões pelo morangueiro pode ser influenciada pelo fotoperíodo e pela temperatura de forma variável em função do genótipo (Costa *et al.*, 2014). O período de condução do experimento pode explicar em parte esse comportamento de ‘Sabrosa’, já que as coletas no primeiro ciclo produtivo ocorreram em meses com maior comprimento do dia, condição que estimula a vegetação de cultivares de dias curtos (Verdial, 2004).

Não se verificou interação significativa das variáveis biométricas dos frutos e de produção dos cultivares com os tipos de cultivo protegido. Portanto, as diferenças de temperatura e de emissão de estolões nos túneis não influenciaram a produção, indicando que o número de frutos e produção total superiores do ‘Cristal’ relacionam-se ao genótipo, com melhor adaptação do cultivar ao sistema de produção e à época de condução do cultivo (Tabela 3).

Tabela 3. Médias das medidas do diâmetro equatorial (DE), diâmetro longitudinal (DL), número de frutos NF e produção de total (PRO) dos cultivares (C) de morangueiro 'Cristal' e 'Sabrosa', cultivados em ambiente protegido (T) com túnel alto e túnel baixo em sistema orgânico, no período de julho de 2012 a julho de 2013. Curitiba, 2015.

	'Cristal'	'Sabrosa'	Médias (T)	CV % (C)
DE (mm)				66,65
Túnel alto	21,67	11,20	16,43 ^{ns}	
Túnel baixo	19,96	14,97	17,46 ^{ns}	
Médias (C)	20,81a	13,00b		
DL (mm)				67,33
Túnel alto	29,00	13,46	21,23 ^{ns}	
Túnel baixo	27,43	17,89	22,66 ^{ns}	
Médias (C)	28,22a	15,68b		
NF (Unidade)				0,30
Túnel alto	243,54	43,95	143,74 ^{ns}	
Túnel baixo	233,43	87,20	160,31 ^{ns}	
Médias (C)	238,48a	131,15b		
PROD (g.planta ⁻¹)				0,38
Túnel alto	1.033,87	627,97	830,92 ^{ns}	
Túnel baixo	1.083,88	531,99	807,93 ^{ns}	
Médias (C)	1.058,87a	579,98b		

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 95% de confiabilidade. ^{ns} médias com diferenças não significativas.

Comparando os cultivares, o diâmetro longitudinal dos frutos de 'Cristal' foram superiores, enquanto do 'Sabrosa' foram inferiores (Tabela 3) ao valor médio de 26,0mm obtidos por Costa *et al.* (2011) com 'Camarosa' e 'Oso Grande' em cultivo protegido, trabalho no qual o ambiente também não alterou as características biométricas dos frutos.

A produção do cultivar 'Cristal' com 1.058,87g.planta⁻¹ (Tabela 3) foi superior às encontradas em vários cultivares em sistema orgânico, como 'Dover' com 423,14 g.planta⁻¹, 'Princesa Isabel' e 'Campinas' com 331,83 g.planta⁻¹ e 267,70 g.planta⁻¹, respectivamente (Castro *et al.*, 2003). Segundo Darolt (2013), a produção média em sistema orgânico é de aproximadamente 500,00 g.planta⁻¹.

Nas condições deste trabalho, 'Cristal' apresentou em sistema orgânico, produção superior a de outros cultivares conduzidos em sistema convencional, como 'Galexia' com 773,37 g.planta⁻¹ e 'Festival' com 771,09 g.planta⁻¹ (Antunes *et al.*, 2008); 'Oso Grande' com 711,00 g.planta⁻¹ e 'Dover' com 549,00 g.planta⁻¹ (Calvete *et al.*, 2008); e 'Camarosa', com 1.004,30 g.planta⁻¹ (Calvete *et al.*, 2010).

2.5 CONCLUSÕES

1. O túnel alto estimula a emissão de estolões, pois apresenta temperaturas do ar máxima e média superiores às do túnel baixo.
2. O tipo de túnel não influencia o tamanho, o número e a produção de frutos de morango dos cultivares ‘Cristal’ e ‘Sabrosa’.
3. O cultivar ‘Cristal’ apresenta bom desempenho em sistema orgânico e cultivo protegido.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, L. E. C.; RISTOW, N. C.; KROLOW, A. C. R.; CARPENEDO, S.; REISSER JÚNIOR, C. **Comportamento produtivo de novas cultivares de morangueiro na região de Pelotas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 22p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e Desenvolvimento, 70).

ANTUNES, O. T.; CALVETE, E. O.; ROCHA, H. C.; NIENOW, A. A.; MARIANI, F.; WESP, C. L. Floração, frutificação e maturação de frutos de morangueiro cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 426-430, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento. **Instrução Normativa nº46, de 6 de outubro de 2011**. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Organicos/Produtos%20Fitossanit%C3%A1rios/Home/IN_46_Prod_Animal_e_Vegetal_Organica-revoga_IN_64.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2014.

CALVETE, E. O.; MARIANI, F.; WESP, C. L.; NIENOW, A. A.; CASTILHOS, T.; CECCHETTI, D. Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 396-401, 2008.

CALVETE, E. O.; ROCHA, H. C.; TESSARO, F.; CECCHETTI, D.; NIENOW, A. A.; LOSS, J. T. Polinização de morangueiro por Apís melífera em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 181-188, 2010.

CASTRO, R. L.; CASALI, V. W. D.; BARRELLA, T. P.; SANTOS, E. H. S.; CRUZ, C. D. Produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 227-230, 2003.

COSTA, F. A.; ROSSI, A. D.; LEAL, R. N. Origem, evolução e o melhoramento do morangueiro. In: ZAWADNEAK, M. A. C.; SCHUBER, J. M.; MOGOR, A. F. (Ed.). **Como produzir morangos**. Curitiba: UFPR, 2014. p.33-68.

COSTA, R. C.; CALVETE, E. O.; REGINATTO, F. H.; CECCHETTI, D.; LOSS, J. T.; RAMBO, A.; TESSARO, F. Telas de sombreamento na produção de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 98-102, 2011.

DAROLT, M. R. **Morango**: sistema orgânico apresenta viabilidade técnica, econômica e ecológica. [S.l.]: Planeta orgânico, 2013. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/darmorang.htm>>. Acesso em 18/11/ 2014.

DIAS, M. S. C.; PÁDUA, J. G.; SILVA, A. F.; LONDE, L. N.; REIS, J. B. R. S.; JESUS, A. M. Cultivares. **Informe Agropecuário**, v. 35, p. 39-47, 2014.

DUARTE FILHO, J.; ANTUNES, L. E. C.; PÁDUA, J. G. Introdução e Avaliação de cultivares de morangueiro no Sul de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p.68-76, 2003.

FACHINELLO, J. C.; PASA, M. S.; SCHMTIZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 109-120, 2011.

MÓGOR, A.F. Aspectos fisiológicos relacionados à floração e à frutificação do morangueiro. In: ZAWADNEAK, M. A. C.; SCHUBER, J. M.; MÓGOR, A. F. **Como produzir morangos**. Curitiba: UFPR, 2014. p.278.

MÓGOR, A.F.; VIDAL, H.R.; RONQUE, E.R.V. Aspectos fitotécnicos do cultivo do morangueiro. In: ZAWADNEAK, M. A. C.; SCHUBER, J. M.; MÓGOR, A. F. **Como produzir morangos**. Curitiba: UFPR, 2014. p.278.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2008. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em 25 jun. 2014.

REISSER JÚNIOR, C.; ANTUNES, L. E. C; RADIN, B. Técnicas de proteção da cultura do morangueiro com filmes de polietileno de baixa densidade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2., 2004; ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 1., 2004, Pelotas. **Anais**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p.505-516.

SANTOS, A. M. Cultivares. In: SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (Ed.) **Morango: Produção**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 24-30.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; ANGHINONI, I.; BISSANI, C. A.; CAMARGO, F. A. O.; WIETHÖLTER, S. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400p.

VASQUEZ, M. A. N.; FOLEGATTI, M. V.; DIAS, N. S.; SILVA, C. R. Efeito do ambiente protegido cultivado com melão sobre os elementos meteorológicos e sua relação com as condições externas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, p. 137-143, 2005.

VERDIAL, M. F. **Frigoconservação e vernalização de mudas de morangueiro (Fragaria X ananassa Duch.) produzidas em sistemas de vasos suspensos**. 2004.71 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

3. TEORES DE NUTRIENTES EM FOLHAS E FRUTOS DE MORANGUEIROS EM CULTIVOS PROTEGIDOS E SISTEMA ORGÂNICO

3.1 RESUMO

Neste trabalho o objetivo foi determinar os teores de nutrientes em folhas e frutos dos cultivares de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) ‘Cristal’ e ‘Sabrosa’, em sistema orgânico e cultivos protegidos dos tipos: túnel alto e túnel baixo. Implantou-se o experimento em delineamento de blocos casualizados com quatro tratamentos e dez repetições, em esquema fatorial 2 x 2 (cultivares x tipos de túneis). No túnel alto as plantas apresentaram maiores teores de P, K, Ca, Mg e B nas folhas, e de P, Mg e Zn nos frutos, enquanto no túnel baixo, maiores teores de N e Fe nas folhas e de Mn nos frutos. Ao se comparar cultivares, ‘Cristal’ apresentou maiores teores de N e Fe nas folhas, e de P, B e Fe nos frutos, enquanto ‘Sabrosa’ apresentou maiores teores P e Cu nas folhas, e de K e Zn nos frutos. De maneira geral, os teores nas folhas apresentaram a seguinte ordem de concentração $N > K > Ca > P > Mg$ ($g.kg^{-1}$), $B > Fe > Mn$, $Zn > Cu$ ($mg.Kg^{-1}$); e nos frutos: $K > P > Ca, Mg$ ($g.kg^{-1}$), $Fe > B > Mn > Zn > Cu$ ($mg.kg^{-1}$).

PALAVRAS-CHAVE: *Fragaria x ananassa*. ‘Cristal’. ‘Sabrosa’. Túnel alto. Túnel baixo.

NUTRIENT CONTENT OF STRAWBERRIES LEAVES AND FRUITS UNDER PROTECTED ENVIRONMENT IN ORGANIC SYSTEM

ABSTRACT

In this work the aim was to determine the nutrient content in leaves and fruits of strawberry cultivars (*Fragaria x ananassa* Duch.) 'Crystal' and 'Sabrosa' in organic system under protected environment of types: tall tunnel and low tunnel. The experiment was done in a randomized block design with four treatments and ten replications at factorial scheme 2 x 2 (2 cultivars x 2 tunnel types). In tall tunnel the plants had higher levels of P, K, Ca, Mg, B in the leaves, and P, Mg, Zn in the fruits, while in the low tunnel, higher levels of N and Fe in the leaves and Mn in fruits. Comparing the cultivars, 'Crystal' had higher levels of N and Fe in the leaves, and P, B, Fe in the fruits, while 'Sabrosa' showed higher levels of P and Cu in the leaves, and K and Zn in the fruits. In general, the content in the leaves showed the following order of concentration: N > K > Ca > P > Mg (g.kg⁻¹), B > Fe > Mn, Zn > Cu (mg.Kg⁻¹); and in the fruits: K > P > Ca, Mg (g.kg⁻¹), Fe > B > Mn > Zn > Cu (mg.kg⁻¹).

KEY-WORDS: *Fragaria x ananassa*. 'Cristal'. 'Sabrosa'. High tunnel. Low tunnel.

3.2 INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é exigente quanto à demanda de nutrientes, entretanto estudos da concentração destes nas folhas das plantas não são frequentes, especialmente nos cultivos em sistema orgânico. Em geral, os valores descritos na literatura foram obtidos no sistema convencional em cultivares pouco utilizados pelos produtores na atualidade (ARAÚJO, 2014).

Além da determinação da concentração dos nutrientes nas folhas, a caracterização química dos frutos tem grande importância quando se estuda o comportamento de cultivares em diferentes ambientes, pois permite obter informações da exportação de nutrientes e do valor nutricional do produto final (DIAS *et al.*, 2007).

Conduzindo estudos no sistema orgânico, Ames *et al.* (2003) verificaram que a concentração de nutrientes nas folhas e frutos do morangueiro pode ser determinada por características dos cultivares, pelo manejo e por fatores ambientais, como a temperatura e a umidade.

O cultivo protegido do morangueiro em geral oferece vantagens, permitindo melhores condições ao desenvolvimento das plantas ao possibilitar certo controle das condições do ambiente, como a temperatura e a umidade (ANTUNES *et al.*, 2007), podendo influenciar a concentração de nutrientes das plantas.

Os morangos produzidos em sistema orgânico são uma alternativa viável para propriedades familiares (DAROLT, 2003). Assim, determinar as concentrações de nutrientes em folhas e frutos de novos cultivares com bom potencial produtivo em sistema orgânico, passa a ser relevante, especialmente sob cultivo protegido dos tipos túnel alto e túnel baixo, frequentemente utilizados pelos produtores (MÓGOR *et al.*, 2014).

Diante disso, neste trabalho o objetivo foi determinar os teores de nutrientes e sua ordem de concentração em folhas e frutos dos cultivares ‘Cristal’ e ‘Sabrosa’, em sistema orgânico e cultivos protegidos dos tipos: túnel alto e túnel baixo.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Área Experimental de Olericultura Orgânica da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Município de Pinhais, Paraná, Brasil (latitude 25°25” S, longitude 49°08” e altitude 930 m). O solo da área experimental é classificado como

latossolo vermelho amarelo, de textura média com relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2013). O clima é temperado úmido mesotérmico (Cfb) segundo a classificação de Köppen, com precipitação anual entre 1.400 e 1.800 mm, e chuvas bem distribuídas.

Implantou-se o experimento em delineamento de blocos casualizados com quatro tratamentos e dez repetições, em esquema fatorial 2 x 2, sendo dois cultivares: ‘Cristal’, neutro ao fotoperíodo; ‘Sabrosa’, de fotoperíodo curto (Planasa Chile Spa[®]), cultivados em dois tipos de cultivo protegido: túnel alto e túnel baixo.

O túnel alto possuía dimensões de 22m x 4,30m e foi construído com arcos de policloreto de vinila (PVC), espaçados 1,60m entre si e com altura de 2,30m. Este, composto por dois canteiros com dimensões de 1,20 x 18m, espaçados em 0,50m entre si e a 0,70m das laterais. O túnel baixo possuía arcos de polietileno, espaçados com 1,60m com altura de 0,80m em relação à superfície do canteiro. Ambos os túneis cobertos com filme plástico de polietileno transparente de baixa densidade (PEBD), com 150µm (Electro Plastic[®]).

A análise química dos solos nos túneis (Tabela 1) indicou que os teores de nutrientes encontravam-se em níveis altos em ambos (TEDESCO *et al.*, 2004).

TABELA 1. Resultado da análise química do solo na camada de 0 - 20cm dos dois ambientes protegidos. Curitiba - PR, UFPR, 2012.

0 - 20cm	pH		P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	SB	CTC (t)	CTC (T)	C	V	m	Ca/Mg							
	CaCl2	SMP																				
	mg dm ⁻³															cmolc dm ⁻³					%	
Túnel Alto	6,1	6,8	63	2,20	15	5,6	0,00	2,70	22,80	22,80	25,50	44,40	89	0	2,68							
Túnel baixo	6,2	6,5	33,3	1,97	10,5	4,8	0,00	3,40	17,27	17,27	20,67	33,1	84	0	2,19							

pH-Potencial Hidrogeniônico; P-Fósforo; K-Potássio; Ca-Cálcio; Mg-Magnésio; Al-Alumínio; H+Al-Acidez Potencial; SB-Soma de Bases; C: Carbono; V: Saturação por bases; m: Saturação por Alumínio; e Ca/Mg: Relação Cálcio Magnésio.

Levando-se em conta o ciclo do morangueiro, e em conformidade com a legislação para produção orgânica brasileira, Instrução Normativa nº46, de 6 de outubro de 2011 (BRASIL, 2011), procedeu-se a aplicação de composto orgânico com os seguintes valores médios de nutrientes N= 14,4 g kg⁻¹; P Mehlich= 10,6 g kg⁻¹; K= 11,3 g kg⁻¹; Ca= 31,7 g kg⁻¹; Mg= 6,8 g kg⁻¹; C= 384 g kg⁻¹; pH= 7,1; C/N= 27,6. A incorporação foi realizada com a utilização de microtrator, na dose de 5.555 kg.ha⁻¹ no túnel alto, cujo solo apresentava teores de C, P e K superiores (Tabela 1), e de 8.333 kg.ha⁻¹ no túnel baixo.

Procedeu-se o plantio de acordo com Mógor *et al.* (2014), com mudas de morangueiro transplantadas na primeira quinzena de Julho de 2012 no espaçamento de 0,30 m entre plantas e 0,40 m entre linhas, estabelecidas em três linhas por canteiro e conduzidas até o fim da primeira quinzena de julho de 2013. Em cada túnel foram estabelecidas 10 parcelas para cada um dos cultivares, com dimensões de 1,20 x 1,80m, compostas por 18 plantas, sendo as quatro centrais utilizadas nas coletas.

O sistema de irrigação foi do tipo localizado com fitas gotejadoras instaladas anteriormente à cobertura do solo dos canteiros com filme de polietileno preto com 30 μ m (Electro Plastic®). O turno de irrigação foi determinado por vacuômetro buscando a manutenção de 80% da capacidade de campo.

Com auxílio de termômetros digitais MT-220 Mimipa® com precisão de $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ ($0^{\circ}\text{C} \sim 34^{\circ}\text{C}$) e $\pm 2,0^{\circ}\text{C}$ ($34^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$) instalados a 0,30 m acima do dossel, foram diariamente anotados em ambos os túneis e no ambiente externo, as temperaturas máxima, mínima, média e umidade relativa do ar em três horários: 09h, 13h e 17h. Os dados obtidos foram transformados em médias diárias de temperatura máxima, mínima e umidade relativa. Essas, por sua vez, foram utilizadas para obtenção de médias considerando o período de 38 dias. A definição desse intervalo seguiu o descrito por Antunes *et al.* (2006) que verificaram ser este o período médio da antese da flor à maturação do fruto do morangueiro em ambiente protegido.

Na primeira quinzena do mês de abril de 2013 foi realizada uma poda de limpeza e renovação em todas as plantas com a retirada de folhas secas e com sintomas de doenças e retirada dos estolões, encerrando o primeiro ciclo produtivo e dando início ao segundo.

O florescimento no segundo ciclo teve início na segunda quinzena de maio de 2013, quando foi amostrada a quarta folha recém-desenvolvida, sem o pecíolo, de quatro plantas úteis por parcela. As folhas passaram individualmente por tríple lavagem (RAIJ *et al.*, 1996) e foram secas dentro de sacos de papel *Kraft* em estufa de circulação forçada de ar (Nova Ética Serie 400ND) a 65°C por 48 horas.

Durante o segundo ciclo, foram coletados para a análise cinco frutos que exibiam três quartos de maturação ou com a epiderme 100% vermelho a vermelho-escuro, por parcela, totalizando 50 frutos por cultivar em cada ambiente. Foram retirados os pedicelos (haste da flor) e as sépalas dos frutos e, em seguida, realizada cuidadosamente tríple lavagem antes de serem congelados até a análise. Uma semana antes da determinação dos teores minerais, os frutos foram acomodados em placas de petri de vidro e secos em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C , até atingirem massa constante.

As folhas foram moídas e submetidos à análise dos teores de, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, B, Cu por meio de extração por calcinação, a 550 °C, e solubilização em HCl 3 molar L⁻¹ (MARTINS; REISSMANN, 2007). O mesmo procedimento foi utilizado para os frutos, excluindo-se o N. Os elementos foram determinados por meio de espectrômetro de emissão ótica, com plasma de argônio indutivamente acoplado ICP OES (Marca Perkin Elmer, modelo Optima 3000 DV). A determinação da porcentagem foliar de Nitrogênio foi realizada por meio de combustão seca em Analisador Elementar (Modelo Vario EL III[®]). As porcentagens de Nitrogênio obtidas nas amostras foram transformadas em g.kg⁻¹ de matéria seca de folha. Todas as amostras foram processadas e analisadas no Laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná.

Os dados foram submetidos à análise de variância após a verificação dos pressupostos de normalidade, homocedasticidade e independência dos resíduos, bem como de aditividade do modelo. Os resíduos que não atenderam os pressupostos de normalidade foram submetidos à transformação de Box-Cox. Para comparações entre médias foi utilizado Teste de Tukey, considerando p-valor < 0,05. As análises foram realizadas por meio do software R, versão 3.0.3 (R CORE TEAM, 2012).

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.4.1 Temperatura e umidade do ar

As temperaturas do ar máxima e média foram superiores às do ambiente externo em ambos os túneis, com o túnel alto apresentando médias superiores às do túnel baixo (Tabela 2), já que o túnel baixo, como prática usual, era aberto diariamente no período da manhã para o acesso de polinizadores (MÓGOR *et al.*, 2014), enquanto o túnel alto apresentava aberturas apenas nas extremidades, limitando a renovação do ar e por consequência, elevando as médias de temperatura. A temperatura interna é superior à externa em túneis com cobertura plástica, justamente por limitar a passagem do ar quente do interior do ambiente protegido para o meio atmosférico (VASQUEZ *et al.*, 2005), o que possibilita certo controle das condições do ambiente (ANTUNES *et al.*, 2007). Entretanto, os tipos de túneis utilizados nessa pesquisa não alteraram as temperaturas mínimas e a umidade relativa do ar (Tabela 2).

Tabela 2. Valores das temperaturas máxima (TMÁX), temperatura mínima (TMÍN), temperatura média (TMÉD) e umidade relativa do ar (UR) obtidos em medições diárias nos ambientes protegidos e a céu aberto no período de julho de 2012 a julho de 2013. Curitiba, 2015.

Ambientes	Variáveis			
	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura média (°C)	Umidade relativa (%)
Túnel alto	57,48 a	6,44 a	31,88 a	51,44 a
Túnel baixo	50,15 b	5,54 a	27,46 b	55,39 a
Céu aberto	38,94 c	4,50 a	22,62 c	53,70 a

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 95% de confiabilidade.

3.4.2 Teores de nutrientes em folhas

Não se verificou interação entre túneis e cultivares quanto aos teores de N, P, K, Ca e Mg das folhas. Ao se comprar cultivares, os teores de K, Ca e Mg não diferiram, entretanto ‘Cristal’ apresentou maior teor de N, enquanto ‘Sabrosa’ apresentou maior teor de P. Ao se comparar os túneis, no alto as plantas apresentaram teores superiores de P, K e Mg, enquanto no túnel baixo, apresentaram teores superiores de N e Ca (Tabela 3). De maneira geral, os dois cultivares nos dois ambientes protegidos apresentaram a seguinte ordem de concentração de macronutrientes: $N > K > Ca > P > Mg$ ($g \cdot kg^{-1}$), com teores acima dos valores mínimos adequados para o morangueiro segundo Raij *et al.* (1996).

Assim como os teores de N, P, K, Ca e Mg, os dos micronutrientes B e Fe, também apresentaram valores superiores ao mínimo adequado para o morangueiro. Entretanto, Cu, Mn e Zn apresentaram valores pouco abaixo aos dos mínimos (RAIJ *et al.* 1996). Isso possivelmente se deveu a alta saturação por bases, pH e teor de Ca nos solos dos túneis (Tabela 1), condição que possibilita a reação desses micronutrientes catiônicos com hidroxilas na solução do solo e consequente redução de sua disponibilidade para as plantas (MARSCHENER, 2012).

Tabela 3. Médias do teor foliar dos macronutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) dos cultivares (C) de morangueiro ‘Cristal’ e ‘Sabrosa’, cultivados em ambiente protegido (T) com túnel alto e túnel baixo em sistema orgânico. Curitiba, 2015.

	‘Cristal’	‘Sabrosa’	Médias (T)	CV% (C)
N (g.Kg ⁻¹)				8,07
Túnel alto	24,13	21,77	22,96B	
Túnel baixo	26,08	22,04	24,07A	
Médias (C)	25,11a	21,91b		
P (g.Kg ⁻¹)				21,17
Túnel alto	4,90	4,76	4,83A	
Túnel baixo	3,11	3,73	3,42B	
Médias (C)	4,00b	4,24a		
K (g.Kg ⁻¹)				10,82
Túnel alto	15,86	15,10	15,48A	
Túnel baixo	14,10	14,95	14,53B	
Médias (C) ^{ns}	14,98	15,02		
Ca (g.Kg ⁻¹)				4,71
Túnel alto	11,16	10,41	10,78 A	
Túnel baixo	9,15	8,38	8,76 B	
Médias (C) ^{ns}	10,15	9,39		
Mg (g.Kg ⁻¹)				4,10
Túnel alto	2,61	2,52	2,56A	
Túnel baixo	2,34	2,45	2,40B	
Médias (C) ^{ns}	2,47	2,48		

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 95% de confiabilidade. ^{ns} médias com diferenças não significativas.

Vale ressaltar que sintomas de deficiência não foram observados. As concentrações de micronutrientes nas folhas apresentaram seguinte ordem: B>Fe>Mn,Zn>Cu (mg.Kg⁻¹) (Tabela 4).

Ocorreu interação entre cultivares e túneis exclusivamente quanto aos teores foliares de Mn, com o túnel baixo promovendo maior concentração de Mn em ‘Sabrosa’. Entretanto, esse efeito não fica bem caracterizado, já que a análise dos dados indicou alto coeficiente de variação (63,07%) (Tabela 4).

Tabela 4. Médias do teor foliar dos micronutrientes Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) dos cultivares (C) de morangueiro ‘Cristal’ e ‘Sabrosa’, cultivados em ambiente protegido (T) com túnel alto e túnel baixo em sistema orgânico. Curitiba, 2015.

	‘Cristal’	‘Sabrosa’	Médias (T)	CV% (C)
B (mg.Kg ⁻¹)				20,18
Túnel alto	98,03	83,32	90,67 A	
Túnel baixo	58,44	61,37	59,91 B	
Médias (C) ^{ns}	78,24	72,34		
Cu (mg.Kg ⁻¹)				16,99
Túnel alto	4,69	4,89	4,79 ^{ns}	
Túnel baixo	4,48	5,07	4,78 ^{ns}	
Médias (C)	4,59b	4,98a		
Fe (mg.Kg ⁻¹)				18,58
Túnel alto	73,75	67,67	70,71 B	
Túnel baixo	79,82	72,71	76,27 A	
Médias (C)	76,79a	70,19b		
Mn (mg.Kg ⁻¹)				63,07
Túnel alto	15,29 Bb	18,22 Bb	16,75	
Túnel baixo	21,17 Ab	45,39 Aa	33,28	
Médias (C)	18,23	31,80		
Zn (mg.Kg ⁻¹)				22,36
Túnel alto	22,38	20,92	11,58 ^{ns}	
Túnel baixo	18,60	14,16	16,38 ^{ns}	
Médias (C) ^{ns}	20,49	17,54		

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 95% de confiabilidade. ^{ns} médias com diferenças não significativas.

Ao se comparar os cultivares, verifica-se que os teores de B e Zn não apresentaram diferenças significativas, o ‘Sabrosa’ apresentou maior teor de Cu e ‘Cristal’ maior teor de Fe. Ao se comparar os túneis, o alto promoveu o maior teor de B e o baixo o maior teor de Fe, sem influenciarem os demais micronutrientes.

Em pesquisa realizada com sete cultivares de morangueiro em sistema orgânico, Daugaard (2001) concluiu que a exigência por nutrientes é um atributo de cada cultivar, como observado quanto às diferenças dos teores das folhas de ‘Cristal’ e ‘Sabrosa’ neste trabalho. Já o efeito dos túneis em possíveis interações com os cultivares, não ocorreu. A escassez de resultados de pesquisas para a discussão dos resultados obtidos nesse trabalho corrobora com Araujo (2014), que alerta sobre a carência de estudos desse tipo no sistema orgânico.

A temperatura e a umidade do ar podem influenciar a dinâmica de absorção dos nutrientes ao atuarem no gradiente transpiratório, e por consequência no fluxo de massa (MARSCHENER, 2012). Não se verificou alterações na umidade relativa do ar ao se comparar os túneis (Tabela 2). Entretanto, o túnel baixo apresentando menores temperaturas máximas e médias, promoveu incremento nos teores foliares de N, Ca e Fe, enquanto o túnel alto, apresentando maiores temperaturas, promoveu incremento nos teores de P, K, Mg e B. Apesar dessas diferenças em relação aos ambientes de cultivo, os teores foliares, de maneira geral, apresentaram valores próximos ou superiores aos mínimos adequados, refletindo a alta fertilidade do solo nos dois ambientes (TEDESCO *et al.*, 2004) (Tabela 1).

3.4.3 Teores de nutrientes em frutos

Os nutrientes acumulados nos frutos tem origem em grande parte da redistribuição a partir das folhas (TAIZ; ZAIGER, 2013) refletindo, portanto, o estado nutricional das plantas. Os teores apresentados nas Tabelas 3 e 4 indicam o adequado estado nutricional das duas cultivares nos dois tipos de túneis, e justificam os valores adequados de macro e micronutrientes obtidos nos frutos (Tabelas 5 e 6). A seguinte ordem de concentração de nutrientes foi observada nos frutos de ambos os cultivares: $K > P > Ca > Mg$ ($g.kg^{-1}$) e $Fe > B > Mn > Zn > Cu$ ($mg.kg^{-1}$).

Trabalhando com seis cultivares em sistema convencional, com frutos coletados no segundo ciclo de produção, Antunes *et al.* (2014) encontraram os seguintes valores médios: 17,78; 0,33 e 1,09 $g.kg^{-1}$ de K, Ca e Mg respectivamente, bem como, 23,34; 16,98 e 6,19 $mg.kg^{-1}$ de Fe, Mn e Zn. Rocha *et al.* (2008), também comparando teores de nutrientes em frutos de diversas cultivares, encontraram os seguintes valores médios: 8,23; 1,33 $g.kg^{-1}$ de K e Mg respectivamente, enquanto Lemiska (2013) encontrou 4,40; 0,27 e 0,54 $g.kg^{-1}$ de K, Ca e Mg, respectivamente em frutos do cultivar ‘Camarosa’.

Os diferentes valores encontrados para um mesmo nutriente refletem as diferenças dos cultivares, sistemas de produção, manejo dos cultivos (AMES *et al.*, 2003) e metodologias adotadas nos trabalhos citados.

Tabela 5. Médias do teor em frutos dos macronutrientes Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) dos cultivares (C) de morangueiro ‘Cristal’ e ‘Sabrosa’, cultivados em ambiente protegido (T) com túnel alto e túnel baixo em sistema orgânico. Curitiba, 2015.

	‘Cristal’	‘Sabrosa’	Médias (T)	CV% (C)
P (g.Kg ⁻¹)				3,66
Túnel alto	2,73	2,75	2,74 A	
Túnel baixo	2,69	2,43	2,56 B	
Médias (C)	2,71 a	2,59 b		
K (g.Kg ⁻¹)				3,26
Túnel alto	13,23	14,46	13,85 ^{ns}	
Túnel baixo	14,13	13,55	13,84 ^{ns}	
Médias (C)	13,68 b	14,00 a		
Ca (g.Kg ⁻¹)				4,57
Túnel alto	1,44 Bb	1,71 Aa	1,57	
Túnel baixo	1,47 Bb	1,42 Bb	1,44	
Médias (C)	1,45	1,56		
Mg (g.Kg ⁻¹)				2,21
Túnel alto	1,32	1,36	1,34 A	
Túnel baixo	1,34	1,28	1,31 B	
Médias (C) ^{ns}	1,33	1,32		

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 95% de confiabilidade. ^{ns} médias com diferenças não significativas.

Ao se comparar com os valores obtidos no presente trabalho, conduzido em sistema orgânico e com coletas durante o segundo ciclo de produção, sem o aporte de fertilizantes via fertirrigação, prática usual em cultivos convencionais (MÓGOR *et al.*, 2014), verifica-se que estes foram próximos ou superiores aos relatados, como consequência da fertilidade do solo (Tabela 1), com destaque para o Ca, variando entre túneis e cultivares de 1,42 a 1,71 g.kg⁻¹ (Tabela 5), enquanto Antunes *et al.* (2014) encontraram 0,33 g.kg⁻¹ e Lemiska (2013) encontrou 0,54 g.kg⁻¹.

Ao se comparar os cultivares, verifica-se que os frutos de ‘Cristal’ apresentaram teor superior de P, enquanto os de ‘Sabrosa’ apresentaram teor superior de K. Ao se comparar os túneis, no alto os frutos apresentaram teores superiores de P e Mg (Tabela 5).

Ocorreu interação entre tipos de túneis e cultivares quanto aos teores de Ca dos frutos, com o túnel alto, que apresentou maiores temperaturas máxima e média (Tabela 2), promovendo o aumento da concentração de Ca em ‘Sabrosa’.

Os teores de Fe, Mn e Zn dos frutos apresentaram valores próximos aos encontrados por Antunes *et al.* (2014). Comparando-se cultivares, os frutos de ‘Cristal’ apresentaram maior teor de B e Fe, enquanto os de ‘Sabrosa’ apresentaram maior teor de Zn. Ocorreu interação entre os tipos de túneis e as cultivares quanto aos teores de Cu e Mn, com o túnel alto promovendo o aumento do teor de Cu em ‘Sabrosa’ e o túnel baixo promovendo o aumento dos teores de Mn nos frutos de ambas.

Tabela 6. Médias do teor em frutos dos micronutrientes Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) dos cultivares (C) de morangueiro ‘Cristal’ e ‘Sabrosa’, cultivados em ambiente protegido (T) com túnel alto e túnel baixo em sistema orgânico. Curitiba, 2015.

	‘Cristal’	‘Sabrosa’	Médias (T)	CV% (C)
B (mg Kg ⁻¹)				9,13
Túnel alto	18,61	18,26	18,91 A	
Túnel baixo	37,86	14,32	14,82 B	
Médias (C)	17,45a	16,29b		
Cu (mg.Kg ⁻¹)				8,04
Túnel alto	3,32 Bb	4,07 Aa	3,69	
Túnel baixo	3,35 Bb	3,46 Bb	3,40	
Médias (C)	3,33	3,76		
Fe (mg.Kg ⁻¹)				26,01
Túnel alto	36,52	28,86	32,69 ^{ns}	
Túnel baixo	34,34	28,97	31,66 ^{ns}	
Médias (C)	35,43a	28,92b		
Mn (mg.Kg ⁻¹)				3,25
Túnel alto	9,98 Bb	9,65 Bb	9,82	
Túnel baixo	12,70 Aa	12,85 Aa	12,77	
Médias (C)	11,34	11,25		
Zn (mg.Kg ⁻¹)				16,83
Túnel alto	7,99	9,53	8,76 A	
Túnel baixo	7,19	7,42	7,30 B	
Médias (C)	7,59 b	8,48 a		

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 95% de confiabilidade. ^{ns} médias com diferenças não significativas.

De maneira geral, ao se compara o efeito dos túneis nos teores de nutrientes, o túnel alto promoveu o aumento de P, K, Ca, Mg e B nas folhas, e de P, Mg e Zn nos frutos, enquanto o

túnel baixo promoveu o aumento de N e Fe nas folhas e de Mn nos frutos. Ao se comparar cultivares, ‘Cristal’ apresentou maiores teores de N e Fe nas folhas, e de P, B e Fe nos frutos, enquanto ‘Sabrosa’ apresentou maiores teores P e Cu nas folhas, e de K e Zn nos frutos. Os frutos de ‘Sabrosa’ apresentaram maiores teores de Ca e Cu no túnel alto.

Tais resultados evidenciam a importância da caracterização química dos frutos de cultivares submetidos a diferentes ambientes de cultivo, nos permite obter informações dos valores nutricionais (DIAS *et al.*, 2007) e oferece subsídios para adequar os mesmos as exigências do mercado. Além de corroborar com a viabilidade da produção orgânica do morangueiro em cultivo protegido (DAROLT, 2003) e sua e dinamicidade.

3.5 CONCLUSÕES

1. Os tipos de tuneis não alteram a ordem de concentração de macro e micronutrientes em folhas e frutos dos cultivares.
2. Os teores nas folhas apresentaram a seguinte ordem de concentração N>K>Ca>P>Mg (g.kg^{-1}), B>Fe>Mn, Zn>Cu (mg.Kg^{-1}); e nos frutos: K>P>Ca>Mg (g.kg^{-1}), Fe>B>Mn>Zn>Cu (mg.kg^{-1}).
3. O túnel alto promoveu o aumento de P, K, Ca, Mg e B nas folhas, e de P, Mg e Zn nos frutos.
4. O túnel baixo promoveu o aumento de N e Fe nas folhas e de Mn nos frutos.

REFERÊNCIAS

AMES, G. K.; BORN, H.; GUERENA, M. **Strawberries: Organic and IPM options**. 2003. Appropriate Technology Transfer for Rural Areas, Fayetteville, Ark. Disponível em: <<http://www.attra.org/attra-pub/PDF/strawberry.pdf>>. Acesso em: 08 mar. 2015.

ANTUNES, L. E. C. *et al.* **Comportamento produtivo de novas cultivares de morangueiro na região de Pelotas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 22p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e Desenvolvimento, 70).

ANTUNES, M.N. *et al.* Postharvest quality of strawberry produced during two consecutive seasons. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 168-173, 2014.

ANTUNES, O. T. *et al.* Floração, frutificação e maturação de frutos de morangueiro cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 426-430, 2006.

ARAÚJO, J. D. Nutrição e adubação do morangueiro para produção orgânica. **Informe Agropecuário**, v. 35, n. 279, p. 48-54, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento. **Instrução Normativa nº46, de 6 de outubro de 2011**. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Organicos/Produtos%20Fitossanit%C3%A1rios/Home/IN_46_Prod_Animal_e_Vegetal_Organica-revoga_IN_64.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2014.

DAROLT, M. R. **Morango: sistema orgânico apresenta viabilidade técnica, econômica e ecológica**. Planeta orgânico, 2013. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/darmorang.htm>>. Acesso em 18/11/ 2014.

DAUGAARD, H. Nutritional status of Strawberry in organic production. **Journal of Plant Nutrition**, v. 24, n. 9, p. 1337-1346, 2001.

DIAS, M. S. C. *et al.* Produção de morangos em regiões não tradicionais. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 236, p. 24-33, 2007.

EMBRAPA - CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, Distrito Federal: Embrapa, 2013. 353 p.

LEMISKA, A. Aplicação de cálcio e boro na produção e qualidade da fruta do morangueiro. 2013. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo).

MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3 ed. London, Academic Press. 2012. 651p.

MARTINS, A. P. L.; REISSMANN, C. B.. Material vegetal e as rotinas laboratoriais nos procedimentos químico-analíticos. **Scientia Agraria**, v.8, n.11, p.1-17, 2007.

MÓGOR, A.F.; VIDAL, H.R.; RONQUE, E.R.V. Aspectos fitotécnicos do cultivo do morangueiro. In: ZAWADNEAK, M. A. C.; SCHUBER, J. M.; MÓGOR, A. F. **Como produzir morangos**. Curitiba: UFPR, 2014. p. 278.

PLANASA. Plantas de Navarra S.A. **Cristal, Sabrosa**. Disponível em: <<http://www.planasa.com/index.php?m=66&prod=541>>. Acesso em: 21 fev.2013.

RAIJ V. B. *et al.* **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. 285p.

ROCHA, D. A. *et al.* Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p. 1124-1128, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TEAM, R. C. R: A language and environment for statistical. **Computing**, n.14, p.12-21, 2012.

TEDESCO, M. J. *et al.* **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: CQFS-RS/SC, 2004. 400p.

VASQUEZ, M. A. N. *et al.* Efeito do ambiente protegido cultivado com melão sobre os elementos meteorológicos e sua relação com as condições externas. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 137-143, 2005.

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES GERAIS

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que o ambiente de cultivo pode estimular a emissão de estolões, devido à elevação das temperaturas máximas e consequentemente das médias internas, com destaque para esse efeito no cultivo sob túnel alto. No entanto, o tipo de túnel não influencia o tamanho, o número e a produção de frutos dos cultivares ‘Cristal’ e ‘Sabrosa’. Conclui-se que ambos exibem bom desempenho no sistema orgânico sob cultivo protegido. Com destaque para o cultivar ‘Cristal’, material que apresenta neutralidade frente ao fotoperíodo.

O cultivar ‘Cristal’ apresenta notável superioridade, quando comparado ao ‘Sabrosa’, e aos demais cultivares atualmente utilizados na produção orgânica, até mesmo quando estes são cultivados no sistema convencional. Assim, ‘Cristal’ consiste em uma alternativa para o cultivo no sistema orgânico nessas condições edafoclimáticas. Apresenta, inclusive, desempenho agrônômico superior ao verificado no país de origem e proporciona frutos maiores e com maior massa fresca.

Nesse contexto, ‘Sabrosa’ também figura como uma opção, mas para diversificação de cultivares na área de cultivo. Oferece produtividade similar a outros cultivares comerciais avaliados e utilizados no sistema orgânico de produção.

Apesar de não ser o foco de análise do trabalho, foi possível observar que o cultivar se mostra resistente a patógenos no cultivo em sistema orgânico, confirmando a característica descrita pelo detentor do material genético. No entanto o espaçamento adotado parece ter comprometido a aeração do dossel e excessivo sombreamento das folhas inferiores, além de dificultar a colheita dos frutos. Esse possível excesso de dossel, que não pode ser elucidado neste estudo, pode ter comprometido o potencial produtivo do cultivar. Essa é uma hipótese que precisa ser confirmada em novos estudos, bem como a resistência a patógenos. Da mesma forma, novos estudos relacionados à qualidade pós-colheita dos frutos são necessários, pois estes parecem ter menor resistência, quando comparados aos frutos do cultivar ‘Cristal’, fato que pode comprometer o seu tempo de prateleira.

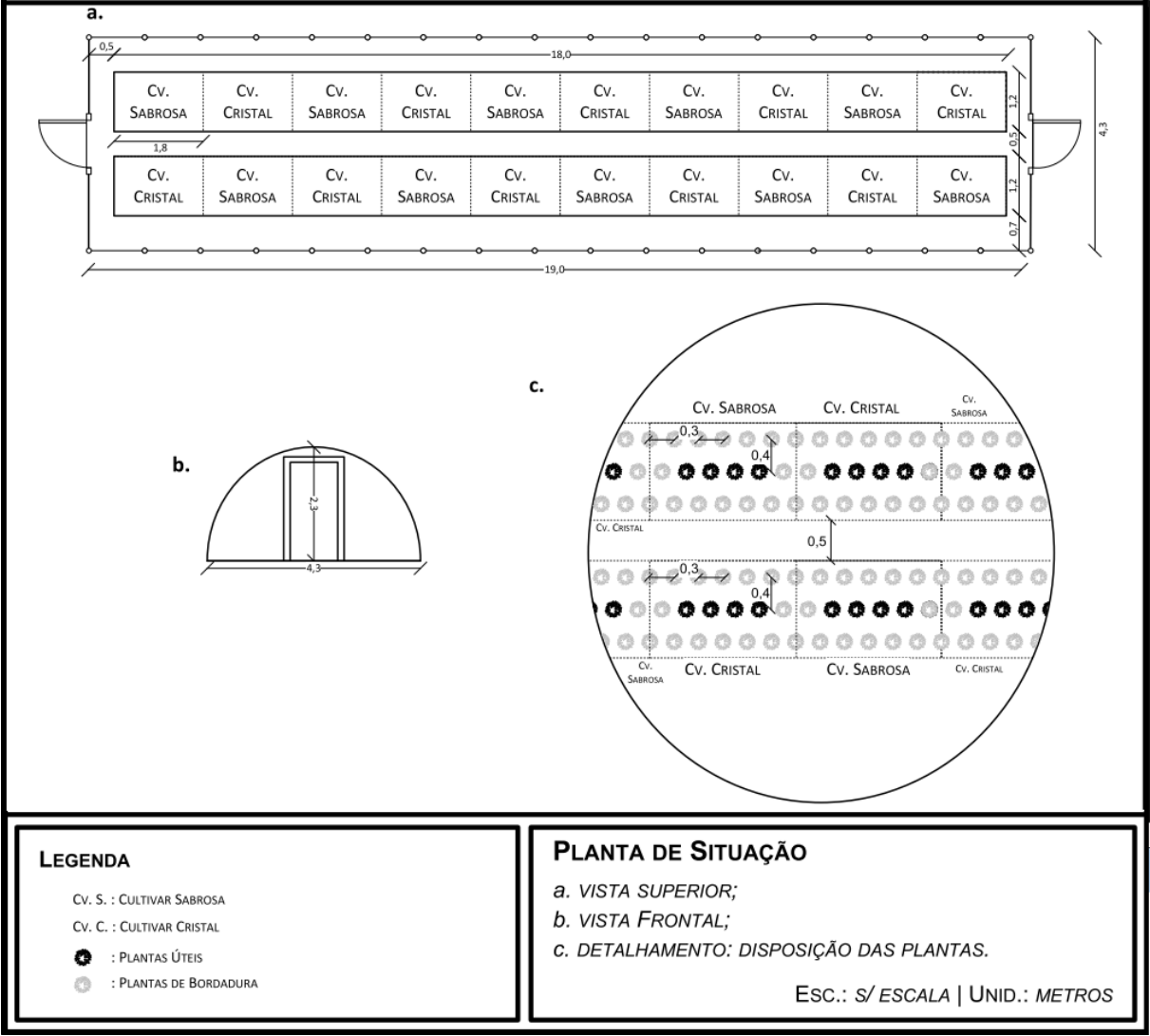
O ambiente de cultivo protegido, túnel alto ou baixo, não altera a ordem de concentração de macro e micronutrientes em folhas e frutos dos cultivares, no segundo ciclo produtivo. No entanto, o ambiente de cultivo do tipo túnel alto promove aumento na concentração de P, K, Ca, Mg e B nas folhas, e de P, Mg e Zn nos frutos. Ao passo que o túnel baixo promove o aumento de N e Fe nas folhas e de Mn nos frutos.

Esse aumento na concentração de certos nutrientes nos frutos dos cultivares ‘Cristal’ e ‘Sabrosa’, pode ser explorado com subsídio para melhorar a qualidade da produção. Novos estudos realizados nesses ambientes, com os cultivares comerciais utilizados atualmente, podem contribuir com mais informações. No caso da confirmação do comportamento de aumento de nutrientes nos demais cultivares, essa técnica pode ser facilmente utilizada como subsídio para uma melhoria significativa na qualidade nutricional do morango ofertado no mercado.

Os resultados obtidos neste trabalho irão auxiliar no processo decisório na etapa de planejamento, para a implantação e renovação de cultivos de morangueiro, no sistema orgânico, na Região Metropolitana de Curitiba.

ANEXOS

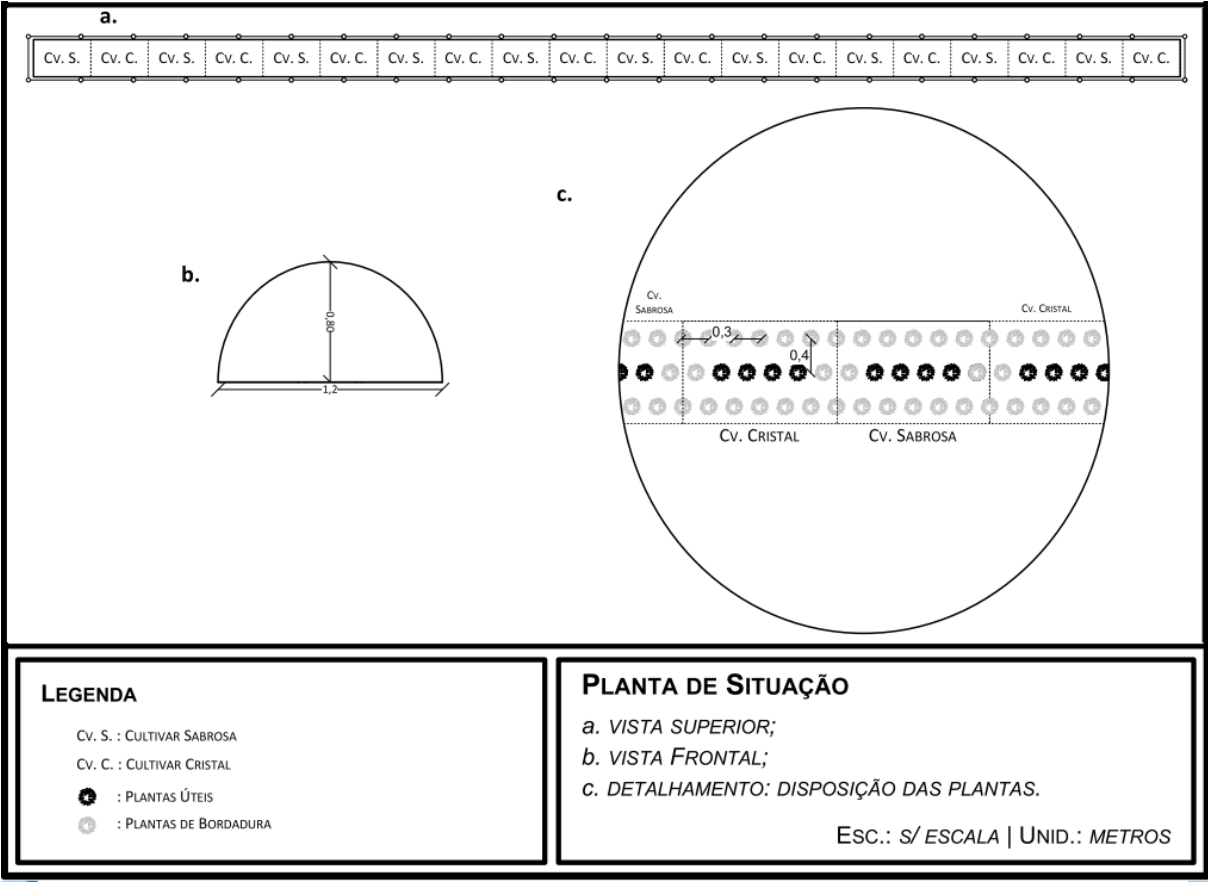
ANEXO I – Planta de situação e detalhamento da área experimental, ambiente protegido túnel alto tipo Hermano.



ANEXO II – Visão geral do ambiente protegido túnel alto tipo Hermano.



ANEXO III – Planta de situação e detalhamento da área experimental, ambiente protegido túnel tipo baixo.



ANEXO IV – Visão geral do ambiente protegido túnel tipo baixo.



ANEXO V – Tabelas de Análise de Variância das variáveis biométricas e produtivas.

Tabela a. Análise de variância do diâmetro equatorial (DE) de frutos de morangueiro durante o experimento. Curitiba, 2015.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.c.	P-valor
Ambiente	1	0,4	0,42	0,382	0,5372
Cultivar	1	44,7	44,7	41,006	5.49e-10 ***
Ambiente/ Cultivar	1	3,3	3,3	3,032	0.0826 .
Resíduos	316				
CV%				66,65	

$\lambda = 0.32$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significados dos códigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela b. Análise de variância do diâmetro longitudinal (DL) de frutos de morangueiro durante o experimento. Curitiba, 2015.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.c.	P-valor
Ambiente	1	0,6	0,56	0,442	0,5069
Cultivar	1	63,7	63,73	50,358	8.47e-12 ***
Ambiente/ Cultivar	1	3,6	3,63	2,868	0,0913.
Resíduos	316	399,9	1,27		
CV%				67,33	

$\lambda = 0.3$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significados dos códigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela c. Análise de variância do número de frutos (NF) de morangueiro durante o experimento. Curitiba, 2015.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.c.	P-valor
Ambiente	1	0,330	0,33	1,521	0,218
Cultivar	1	27,940	27,941	128,814	<2e-16 ***
Ambiente/ Cultivar	1	0,790	0,785	3,621	0.058 .
Resíduos	316	68,540	0,217		
CV%				0,30	

$\lambda = 0.29$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significados dos códigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela d. Análise de variância da produtividade total (PRO) de morangueiro durante o experimento. Curitiba, 2015.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.c.	P-valor
Ambiente	1	0,010	0,010	0,018	0,892
Cultivar	1	16,500	16,503	30,114	8.37e-08 ***
Ambiente/ Cultivar	1	0,450	0,448	0,817	0,367
Resíduos	316	173,180	0,548		
CV%				0,38	

$\lambda = 0.25$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significados dos códigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

ANEXO VI – Tabelas de Análise de Variância das variáveis de estolamento.

Tabela a. Análise de variância do número médio de estolões (NME) de morangueiro nos ambientes protegidos durante o experimento. Curitiba, 2015.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.c.	P-valor
Ambiente	1	8,342	8,342	59,547	3.86e-09 ***
Cultivar	1	9,838	9,838	70,224	5.58e-10 ***
Ambiente/ Cultivar	1	0,119	0,119	0,849	0,363
Resíduo	36	5,044	0,14		
CV%				40,40	

$\lambda = 0.44$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela b. Análise de variância da massa seca média (MSE) de estolões de morangueiro nos ambientes protegidos durante o experimento. Curitiba, 2015.

Causas da variação	GL	SQ	QM	Fc	P-valor
Ambiente	1	1,874	1,874	31,068	2.18e-06 ***
Cultivar	1	1,16	1,1598	19,604	8.51e-05 ***
Ambiente/ Cultivar	1	0,027	0,027	0,457	0,504
Resíduo	36	2,13	0,0592		
CV%				42,84	

$\lambda = 0.34$ parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

ANEXO VII – Tabelas de Análise de Variância das variáveis macronutrientes foliares.

Tabela a. Análise de variância do macronutriente Nitrogênio (N) foliar do morangueiro. Curitiba, 2015.

Causas da variação	G.L	S.Q.	Q.M.	F.c.	P-valor
Ambiente	1	16.981,00	16.981,00	4.266,00	0.04984 *
Cultivar	1	132.042,0	132.042,0	33.171,00	6.17e-06 ***
Ambiente/ Cultivar	1	9.638,00	9.638,00	2.421,00	0.13278
Resíduos	36	35.535,00	32.741,00		
CV%				8,07	

$\lambda = 1.95$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela b. Análise de variância do macronutriente Fósforo (P) foliar do morangueiro. Curitiba, 2015.

Causas da variação	GL	SQ	QM	Fc	P-valor
Ambiente	1	0,12	0,12	89,29	3,06e-14 ***
Cultivar	1	0,01	0,01	5,63	0,020346 *
Ambiente/Cultivar	1	0,04	0,03	18,89	18893,00
Resíduo	36	0,08	0,00		
CV%				21,17	

$\lambda = -1.02$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela c. Análise de variância do macronutriente Potássio (K) foliar do morangueiro. Curitiba, 2015.

Causas da variação	GL	SQ	QM	Fc	P-valor
Ambiente	1	0,02	0,02	10997,00	0.00143 *
Cultivar	1	0.000e+00	0.000e+00	0.001	0.97503
Ambiente/ Cultivar	1	0,01	0,01	8250,00	0.00535 *
Resíduo	36	0,09	0,00		
CV%				10,82	

$\lambda = -1.72$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela d. Análise de variância do macronutriente Cálcio (Ca) foliar do morangueiro. Curitiba, 2015.

Causas da variação	GL	SQ	QM	Fc	P-valor
Ambiente	1	0,01	0,01	23620,	6,66e-06 ***
Cultivar	1	0,00	0,00	2782,0	0,09968 .
Ambiente/ Cultivar	1	0,00	0,00	9524,0	0,00288 **
Resíduo	36	0,01	0,00		
CV%					26,50

$\lambda = 0.34$ parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela e. Análise de variância do macronutriente Magnésio (Mg) foliar do morangueiro. Curitiba, 2015.

Causas da variação	GL	SQ	QM	Fc	P-valor
Ambiente	1	0,00	0,00	70713,00	2,64e-12 ***
Cultivar	1	0,00	0,00	0,53	0,47
Ambiente/ Cultivar	1	0,00	0,00	27295,00	1,63e-06 ***
Resíduo	36	0,00	0,00		
CV%				4,10	

$\lambda = -0.22$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

ANEXO VIII – Tabelas de Análise de Variância das variáveis micronutrientes foliares.

Tabela a. Análise de variância do micronutriente Boro (B) foliar do morangueiro. Curitiba, 2015.

Causas da variação	GL	SQ	QM	Fc	P-valor
Ambiente	1	0,02	0,02	97,09	5,49e-15 ***
Cultivar	1	0,00	0,00	2,21	0,14
Ambiente/Cultivar	1	0,00	0,00	6198,00	0,015102 *
Resíduo	36	0,02	0,00		
CV%				20,18	

$\lambda = -0.23$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 **** 0.001 *** 0.01 ** 0.05 . 0.1 ' ' 1

Tabela b. Análise de variância do micronutriente Cobre (Cu) foliar do morangueiro. Curitiba, 2015.

Causas da variação	GL	SQ	QM	Fc	P-valor
Ambiente	1	0,00	0,00	0,38	0,54
Cultivar	1	0,01	0,01	9,10	0,00353 **
Ambiente/ Cultivar	1	0,00	0,00	1,49	0,23
Resíduo	36	0,03	0,00		
CV%				16,99	

$\lambda = -0.3$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 **** 0.001 *** 0.01 ** 0.05 . 0.1 ' ' 1

Tabela c. Análise de variância do micronutriente Ferro (Fe) foliar do morangueiro. Curitiba, 2015.

Causas da variação	GL	SQ	QM	Fc	P-valor
Ambiente	1	104594,00	104594,00	3130,00	0,0811 .
Cultivar	1	155121,00	155121,00	4642,00	0,0345 *
Ambiente/ Cultivar	1	6137,00	6137,00	0,18	0,67
Resíduo	36	1356838,0	23418,00		
CV%				18,58	

$\lambda = 1.52$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 **** 0.001 *** 0.01 ** 0.05 . 0.1 ' ' 1

Tabela d. Análise de variância do micronutriente Manganês (Mn) foliar do morangueiro. Curitiba, 2015.

Causas da variação	GL	SQ	QM	Fc	P-valor
Ambiente	1	4,36	4,36	32,74	2,25e-07 ***
Cultivar	1	2,73	2,73	20,51	2,30e-05 ***
Ambiente/ Cultivar	1	1,76	1,76	13,24	0,000512 ***
Resíduo	36	8,48	0,11		
CV%			63,07		

$\lambda = 0.29$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 '***' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela e. Análise de variância do micronutriente Zinco (Zn) foliar do morangueiro. Curitiba, 2015.

Causas da variação	GL	SQ	QM	Fc	P-valor
Ambiente	1	0,01	0,01	1423,00	0,24
Cultivar	1	0,00	0,00	0,73	0,40
Ambiente/ Cultivar	1	0,00	0,00	0,25	0,62
Resíduo	36	0,34	0,00		
CV%				22,36	

$\lambda = -0.49$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 '***' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

ANEXO VIX – Tabelas de Análise de Variância das variáveis macronutrientes em frutos.

Tabela a. Análise de variância do macronutriente Fósforo (P) em fruto de morangueiro. Curitiba, 2015.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.c.	P-valor
Ambiente	1	15582,00	15582,00	40.10	2.51e-07 ***
Cultivar	1	5613,00	5613,00	14.45	0.000537 ***
Ambiente/ Cultivar	1	8967,00	8967,00	23.07	2.73e-05 ***
Resíduos	36	13990,00	389,00		
CV%				3,66	

$\lambda = 5$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 **** 0.001 *** 0.01 ** 0.05 ' ' 0.1 ' ' 1

Tabela b. Análise de variância do macronutriente Potássio (K) em fruto de morangueiro. Curitiba, 2015.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.c.	P-valor
Ambiente	1	4E+11	4E+11	0.092	0.76287
Cultivar	1	4E+13	4E+13	9E+03	0.00523 **
Ambiente/Cultivar	1	3E+14	3E+14	6E+04	5.87e-09 ***
Resíduos	36	2E+14	5E+12		
CV%				3,26	

$\lambda = 5$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 **** 0.001 *** 0.01 ** 0.05 ' ' 0.1 ' ' 1

Tabela c. Análise de variância do macronutriente Cálcio (Ca) em fruto de morangueiro. Curitiba, 2015.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.c.	P-valor
Ambiente	1	17,89	17,89	9,995	0,00318 **
Cultivar	1	133,19	133,19	74,408	2,76e-10***
Ambiente/Cultivar	1	59,72	59,72	33,363	1,38e-06 ***
Resíduos	36	64,44	1,79		
CV%				30,27	

$\lambda = -0.59$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 **** 0.001 *** 0.01 ** 0.05 ' ' 0.1 ' ' 1

Tabela d. Análise de variância do macronutriente Magnésio (Mg) em fruto de morangueiro. Curitiba, 2015.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.c.	P-valor
Ambiente	1	2061,00	2061,00	12600,00	0.0011 **
Cultivar	1	0,01	0,01	0.042	0.8392
Ambiente/ Cultivar	1	5204,00	5204,00	31815,00	2.1e-06 ***
Resíduos	36	5889,00	1,16		
CV%				2,21	

$\lambda = 5$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

ANEXO X – Tabelas de Análise de Variância das variáveis micronutrientes em frutos.

Tabela a. Análise de variância do micronutriente Boro (B) em fruto de morangueiro. Curitiba, 2015.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.c.	P-valor
Ambiente	1	2363,30	2363,30	72009,00	4,12e-10 ***
Cultivar	1	188,80	188,80	5752,00	0,0218 *
Ambiente/ Cultivar	1	7,80	7,80	0,24	0,63
Resíduos	36	1181,50	32,80		
CV%				9,13	

$\lambda = 1.36$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela b. Análise de variância do micronutriente Cobre (Cu) em fruto de morangueiro. Curitiba, 2015.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.c.	P-valor
Ambiente	1	3292,00	3292,00	13,20	0,000867 ***
Cultivar	1	7498,00	7498,00	30,06	3,42e-06 ***
Ambiente/ Cultivar	1	3997,00	3997,00	16,02	0,000299 ***
Resíduos	36	8981,00	0,25		
CV%				8,04	

$\lambda = 1.32$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela c. Análise de variância do micronutriente Ferro (Fe) em fruto de morangueiro. Curitiba, 2015.

Causas	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.c.	P-valor
Ambiente	1	4E-13	4E-13	3E-01	6E-01
Cultivar	1	1E-11	1E-11	8E+03	0,00617 **
Ambiente/ Cultivar	1	3E-13	3E-13	3E-01	6E-01
Resíduos	36	5E-11	1E-12		
CV%				26,01	

$\lambda = 1.52$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela d. Análise de variância do micronutriente Manganês (Mn) em fruto de morangueiro. Curitiba, 2015.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.c.	P-valor
Ambiente	1	0,17	0,17	663640,00	<2e-16 ***
Cultivar	1	0,00	0,00	3301,00	0,0776 .
Ambiente/ Cultivar	1	0,00	0,00	5906,00	0,0202 *
Resíduos	36	0,01	0,00		
CV%				3,25	

$\lambda = -2.01$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela e. Análise de variância do micronutriente Zinco (Zn) em fruto de morangueiro. Curitiba, 2015.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.c.	P-valor
Ambiente	1	0,00	0,00	18292,00	0.000133 ***
Cultivar	1	0,00	0,00	4115,00	0.049956 *
Ambiente/ Cultivar	1	0,00	0,00	1703,00	0,20021
Resíduos	36	0,00	0,00		
CV%				16,83	

$\lambda = -0.49$, parâmetro de transformação para método Box-Cox.

Significado dos códigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1